

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní program: B4131 Zemědělství  
Studijní obor: Agroekologie  
Katedra: Katedra biologických disciplín  
Vedoucí katedry: doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Dekompozice celulózy ve vybraných  
mokřadech**

**Vedoucí bakalářské práce:**

Doc. RNDr. Hana Čížková, CSc.

**Autor:**

Marie Filipová

2012

---

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Zemědělská fakulta  
Akademický rok: 2010/2011

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Marie FILIPOVÁ  
Osobní číslo: Z10853  
Studijní program: B4131 Zemědělství  
Studijní obor: Agrcekologie  
Název tématu: Dekompozice celulózy ve vybraných mokřadech  
Zadávací katedra: Katedra biologických disciplin

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíl práce:

Zhodnotit rychlost dekompozice celulózy v půdním profilu vybraných mokřadů

Postup:

1. Zpracování literárního přehledu poznatků získaných o dekompozici biomasy v mokřadních porostech.
2. Instalace sáčků s celulózou v půdním profilu vybraných mokřadů, odběry vzorků ve dvou termínech během roku 2011, stanovení rychlosti dekompozice jako úbytek bezpopelné sušiny.
3. Porovnání vlastních výsledků s výsledky navazujícího výzkumu a s literárními údaji.

Rozsah grafických prací: max. 10 stran- tabulky primárních dat, fotografická dokumentace

Rozsah pracovní zprávy: 25 stran textu

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Rychnovská, M. (Ed.) (1987): Metody studia travinných ekosystémů. Academia, Praha.

Westlake, D.F., Květ, J., Szczepański, A. (Ed) (1998): The production ecology of wetlands. Cambridge University Press, Cambridge

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Hana Čížková, CSc.  
Katedra biologických disciplín

Datum zadání bakalářské práce: 15. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2012

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 05 České Budějovice

V. Z.  
prof. Ing. Miloslav Šech, CSc.  
děkan

L.S.

doc. RNDr. Ing. Josef Rašhárd, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 22. února 2011

## Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské 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 Českých Budějovicích, 1. 4. 2012

Podpis:

Poděkování:

Nejvíce bych chtěla poděkovat paní Doc. RNDr. Haně Čížkové, CSc. za odborné vedení mé bakalářské práce. Děkuji za veškeré rady a čas, který mi věnovala a za pomoc při odběrech a zpracování.

## **Anotace**

V této bakalářské práci, je řešeno téma dekompozice celulózy ve vybraných mokřadech. Rychlost dekompozice celulózy byla studována na několika lokalitách CHKO a BR Třeboňsko: Mokré Louky u Třeboně, Záblatské louky, a těžená a netěžená část Červeného blata. Intenzita rozkladných procesů byla zjišťována pomocí metody celulóзовých sáčků. Sáčky s celulózou byly umísťovány pod povrch a do různých hloubek půdního profilu. V práci byly stanoveny hodnoty rychlosti dekompozice ve třech obdobích: v časném a pozdním létě 2010 a na podzim 2011. Z pokusů bylo zjištěno, že nejrychlejší úbytek bezpopelné sušiny v % byl na Mokřích loukách a nejnižší na těžené části Červeného blata.

## **Klíčová slova**

mokřad, dekompozice, celulóza

## **Anotation**

This work deals with the decomposition of cellulose in selected wetlands. The rate of cellulose decomposition was studied in several localities of the Třeboň Basin Biosphere Reserve: Mokré louky (Wet Meadows) near Trebon, Záblatské meadows, and extracted and intact parts of Červené Blato (Red Bog). The intensity of decomposition processes were studied using cellulose bags. Bags with cellulose were placed on the ground and to various depths of the soil profile. The values of decomposition rate were determined for three periods : twoin summer 2010 and one in autumn 2011. The results indicate that the fastest ash-free dry matter loss (%) was on the Wet meadows and slowest in the Red mud mined.

## **Keywords**

wetland, decomposition, cellulose

## **OBSAH:**

1	Úvod.....	1
2	Literární rešerše .....	2
2.1	Charakteristika dekompozice.....	2
2.1.1	Definice dekompozice .....	2
2.1.2	Rozkladné procesy .....	3
2.1.2.1	<i>Humus</i> .....	4
2.1.3	Na jakých vlivech (faktorech) závisí rychlost dekompozice? .....	5
2.1.3.1	<i>Mikroorganismy</i> .....	6
2.1.4	Složení a struktura půdy .....	7
2.1.4.1	<i>Teplota</i> .....	7
2.1.4.2	<i>Obsah vody a kyslíku</i> .....	7
2.1.4.3	<i>Barva půdy</i> .....	8
2.1.4.4	<i>Rašelinné horizonty</i> .....	8
2.1.5	Co zjistíme metodou rozkladu celulózy.....	9
2.2	Mokřady.....	10
2.2.1	Definice mokřadů .....	10
2.2.2	Rozdělení mokřadů .....	10
2.2.3	Funkce mokřadů .....	11
2.2.4	Biogeochemické cykly v mokřadech .....	12
2.2.4.1	<i>Koloběh C a specifika dekompozice v mokřadech</i> .....	12
2.2.4.2	<i>Koloběh N</i> .....	14
2.2.4.3	<i>Koloběh P</i> .....	14
2.2.4.4	<i>Koloběh S</i> .....	15
2.2.5	Legislativa související s mokřady.....	15
3	Popis zájmového území .....	17
3.1	Třeboňsko .....	17
3.1.1	Třeboňská rašeliniště .....	17
3.1.2	Rybníkářství.....	18
3.2	Popis studovaných lokalit .....	19
3.2.1	Mokré louky u Třeboně .....	19
3.2.2	Záblatské louky.....	20
3.2.3	Červené blato .....	21
3.2.3.1	<i>Červené blato netěžené</i> .....	21
3.2.3.2	<i>Červené blato těžené</i> .....	22
4	Metodika .....	24
4.1	Princip použité metody .....	24
4.2	Příprava celulóзовých sáčků .....	24
4.3	Instalace vzorků .....	24
4.4	Odběry .....	25
4.5	Laboratorní rozbor .....	26
4.6	Statistické vyhodnocení .....	27
4.6.1	Princip použité metody .....	27
4.6.2	Statistické vyhodnocení vlastních dat.....	27
5	Výsledky .....	29



5.1	Výsledky pokusů provedených v roce 2010 .....	29
5.1.1	Úbytek bezpopelné sušiny .....	29
5.1.2	Obsah popela.....	30
5.2	Výsledky pokusu provedeného v roce 2011 .....	32
5.2.1	Rychlost úbytku bezpopelné sušiny.....	32
6	Diskuze .....	38
6.1	Možné zdroje chyb.....	38
6.2	Uspořádání pokusů .....	38
6.3	Porovnání s výsledků z různých pokusů.....	39
6.4	Porovnání výsledků z různých lokalit.....	39
6.5	Pokračování ve studiu pomocí metody celulózových sáčků .....	39
7	Závěr .....	41
8	Použitá literatura .....	42
9	Přílohy.....	48

# 1 Úvod

Mokřady jsou zdrojem skleníkových plynů, zejména oxid uhličitý a metan. Dekompozice neboli rozkladné procesy, jsou součástí koloběhu uhlíku a dusíku. V současné době je v popředí zájmu studium mokřadů z hlediska koloběhu uhlíku v souvislosti s klimatickými změnami.

Ve své bakalářské práci jsem se zabývala tématem dekompozice celulózy ve vybraných mokřadech. Celulóza tvoří podstatnou část rostlinných pletiv asi 20 – 40% opadu. Rychlost rozkladu celulózy v různých typech rostlinných společenstev vzrůstá většinou s produktivitou porostů. Rychlost dekompozice celulózy je závislá na půdní vlhkosti, teplotě, půdním typu, obsahem kyslíku v půdě nebo vodě, činnosti bakterií a mikroorganismů. Ve vodním prostředí může být rychlost rozkladu celulózy velmi vysoká.

Výzkum byl prováděn na čtyřech různých lokalitách: Červené blato těžené a netěžené, Zábalské a Mokré louky u Třeboně. Tyto lokality představují mokřadní biotopy. Na území Mokřých a Zábalských luk jsou záplavy sezónního charakteru, na jaře převážně díky tání sněhu, v létě jsou hlavním důvodem deště a také regulace a obhospodařování rybníků v okolí. Na lokalitách se provádí celá řada výzkumů, zabývajících se studiem těchto území z hlediska fauny, flóry, meteorologických a produkčně ekologických charakteristik. Cílem mé bakalářské práce je zhodnotit rychlost dekompozice celulózy v půdním profilu vybraných mokřadů. Zvolenými lokalitami jsou Červené blato těžené a netěžené, Zábalské louky a Mokré louky.

Díličními cíli práce jsou:

- Zpracování literárního přehledu poznatků získaných o dekompozici biomasy v mokřadních porostech.
- Instalace sáčků s celulóзой v půdním profilu vybraných mokřadů, odběry vzorků ve dvou termínech během roku 2010 a 2011, stanovení rychlosti dekompozice jako úbytek bezpopelné sušiny.
- Porovnání vlastních výsledků s výsledky navazujícího výzkumu a s literárními údaji.

## 2 Literární rešerše

### 2.1 Charakteristika dekompozice

#### 2.1.1 Definice dekompozice

Novotná (2001) definuje dekompozici jako: „Rozpad a rozklad rostlinných i živočišných těl a materiálů, odumřelých všude v přírodě. Rozklad různých částí těl je různě rychlý, nejpomaleji se rozkládá celulóza (buničina, obaly rostlinných buněk). Rozklad opadanky a tvorba humusu (humifikace) je rychlá, rozklad humusu na minerální látky (mineralizace) je však velmi pomalý. Bez rozkladu by nebyl možný koloběh látek a ustala by produkce organické hmoty zelenými rostlinami“.

Nejbohatším zdrojem pro rozkladné pochody je rostlinný materiál. Větší část je ve formě stařiny a opadu. Stařina je odumírající či odumřelé části rostlin, která už není schopná fotosyntézy, ale mohou být ještě spojené s mateřskou rostlinou. Opadem rozumíme mrtvé rostliny nebo jejich části ležící na povrchu půdy. Rostlinné materiály obsahují asi 10% popele a mají široký poměr C/N (Úlehová, 1985).

Detritový neboli dekompoziční potravní řetězec zahrnuje všechny heterotrofní organismy a procesy způsobující rozklad jakýchkoliv organických látek v ekosystému. Během rozkladu se vytváří detritus. Termín detritus (= produkt rozkladu, z latinského detergere = opotřebovávat) je používán v ekologii pro označení všech typů organické hmoty, která vzniká při rozkladu rostlinných, živočišných a mikrobiálních materiálů (Úlehová, 1985).

Podle místa původu rozlišujeme:

- autochtonní detritus, vytvořený uvnitř mokřadního ekosystému (pochází převážně z vodní vegetace, dřevin, rostoucích v mokřadu, bylin v terestrických biotopech, a z živočichů, zvláštní význam má guano),
- allochtonní detritus, vytvořený vně systému a přinášený do mokřadu hydrodynamickými procesy (záplavy, příliv) - partikulární organická hmota, planktonní organizmy, částice živin, a organické zbytky unášené větrem (Dvořák, 2002).

Dekompozice probíhá ve třech fázích:

1. Rychlý počáteční úbytek hmoty výluhem: snadno rozpustné organické složky, které převážně nejsou mikrobiální, potom jsou teplotně nezávislé.
2. Mikrobiální rozklad: aktivita mikroorganismů a bakterií jejichž důsledkem je ztráta hmoty, chemické, strukturální změny a ztráta pevnosti materiálu. Součinnost konzumentů mikroflóry a rozložených částic.
3. Rozklad materiálu: konzumace větších částí detritivory a odplavení (Dvořák, 2002).

Dekompozice zahrnuje i pochody zpětné akumulace živin. Transformace organického hmoty. Částice rozkládajícího se materiálu jsou osidlovány mikroorganismy, které svým metabolismem zpětně obohatí dříve ochuzené částice o živiny, navázané z vnějšího prostředí což je potrava pro detritivory (Dvořák, 2002).

Rostlinný materiál dostupný pro dekompozici se skládá z těchto složek:

- celulóza
- hemicelulóza
- lignin
- bílkoviny
- látky rozpustné ve vodě - alifatické kyseliny a aminokyseliny
- látky rozpustné v etheru a alkoholu - tuky, oleje, vosky, pigmenty a pryskyřice

### **2.1.2 Rozkladné procesy**

Úlehová (1985) rozeznává tyto stupně v průběhu rozkladu:

1. rozvoj fytoplanní mikroflóry
2. kolonizace materiálů saprofytní mikroflóru
3. rozmělnění a částečné strávení organických zbytků bezobratlými živočichy, přemístění a zvětšení povrchu organického materiálu bez velkých chemických změn
4. nová kolonizace rozmělněných materiálů mikroorganismy, chemická degradace rostlinných pletiv a produkce složitých fenolických polymerů
5. tvorba stálých organominerálních komplexů

Organická hmota je rozkládána heterotrofními procesy, které rozdělujeme na dva základní:

1. Mineralizace. Heterotrofní organizmy při ní využívají uhlík a biogenní prvky rozkládajícího se materiálu částečně na stavbu svých těl a částečně je uvolňují jako zplodiny svého metabolismu v minerálních jednoduchých formách k novým koloběhům.
2. Humifikace. Rostlinné zbytky jsou při ní řadou biochemických pochodů přestavovány na humus, který vytváří zásobu energie v půdě a podmiňuje půdní úrodnost (Úlehová, 1985).

S pokračující dekompozicí stoupá podíl resistantních složek biomasy. Tok látek v systému se postupně mění, tak jak nastávají limitní stavy ve zdrojích živin a energie v různých "místech" systému: na počátku procesu dekompozice mohou být mikrobiální procesy limitovány anorganickými formami dusíku a fosforu. V pokročilém stavu se stává limitující přístupný uhlík. V průběhu dekompozice probíhá akumulace mnoha prvků (zejména N a P) z externích zdrojů (akumulace v mikrobiální biomase, a zejména v produktech mikrobiálního metabolismu (Dvořák, 2002).

### *2.1.2.1 Humus*

Mrtvá organická hmota rostlinného a živočišného původu, včetně všech rozložených produktů látkové výměny organismů (uschlé části rostlin, listů, jehličí, větve, uhynulí živočichové, trus, moč, peří, chlupy apod.), to vše rozložené činností půdních organismů v jemnou mel. Humus ovlivňuje fyzikálněchemické procesy v půdě, její tvorbu, vzdušný, teplotní a vodní režim v půdě, životní podmínky edafonu (půdní organismy), koloběh živin a je určující složkou biologické aktivity půdy a její úrodnost. Je nezbytnou součástí půdy, ovlivňuje její vlastnosti, zejména sorpci, tvorbu a stabilitu strukturních agregátů, využitelnost živin, vodní, vzdušný a tepelný režim i odbourávání toxických a cizorodých látek (Novotná, 2001). Je to nejstabilnější a nejrezistentnější část detritu. Obsahuje část ve vodě rozpustných organických látek, především aminokyselin a cukrů, avšak největší část sestává z nerozpustných tmavě zbarvených látek. Rozklad humusu je velmi pomalý (Úlehová, 1985).

Mul je trvalá forma humusu, organické zbytky jsou úplně rozloženy a přeměněny na humusové látky těžko oddělitelné od minerálních. Je to zralý humus, bez postřehnutelných zbytků rostlin (Novotná, 2001).

### **2.1.3 Na jakých vlivech (faktorech) závisí rychlost dekompozice?**

Rychlost rozkladu organické hmoty je závislá na fyzikálních, chemických a biologických faktorech. K fyzikálně-chemickým patří sluneční záření, teplota, srážky, voda, půdní podmínky, topografie, dále vliv sedimentace látek a pohybu vody. K biologickým faktorům zejména činnost mikroorganismů, bakterií, rostlin, živočichů, přírodní vegetace, společenstva škůdců, plevelů a chorob, bioregulační komplex a půdní biota (Barták, 2002, Rajchard, 2002).

Mokřadní vegetace dobře zásobená vodou, která je obklopena odvodněnou krajinou je vystavena přísunu (advekci) tepla ve formě suchého teplého vzduchu a může proto vydávat více než 10 litrů vody z metru čtverečního za den. Skutečné hodnoty evapotranspirace bývají nízké, protože vegetace trpí velice často nedostatkem vody (Pokorný, 2004).

Pevné substráty (opad listů dřevin, dřevnaté části) mají vyšší relativní kapacitu vázat živiny ve srovnání se snadno rozložitelným substrátem - významné pro dlouhodobou retenci živin v mokřadu. Naopak, rychle uvolněné živiny mohou být po vyluhování transportovány vodou (i podzemní) uvnitř mokřadu i odplaveny mimo systém (záplavy, pohyb vody v přílivových mokřadech).

Povrch dna může mít aerobní podmínky, jestliže většina organického materiálu je v pokročilém stadiu rozkladu (či je značně rezistentní) a difuze  $O_2$  z prostředí převyšuje jeho spotřebu.

V hlubších vrstvách materiálu mohou nastat anaerobní podmínky s charakteristickým gradientem redox potenciálu, dochází k redukci sloučenin uhlíku, dusíku, síry, železa a manganu. Oxidovaná povrchová vrstva dna tvoří účinnou "past" na železo a mangan a tedy i na fosfáty, komplexně vázané se železitémi a manganičitými sloučeninami. Tento mechanismus omezuje transport těchto prvků přes povrchovou vrstvu dna a odnímá fosfor z vodní fáze (Dvořák, 2002).

### 2.1.3.1 Mikroorganismy

Rostliny živé, odumírající a mrtvé rostlinné, živočišné a mikrobiální zbytky v porostu, v půdě na povrchu půdy i na detritu jsou osidlovány druhově rozmanitými společenstvy a populacemi mikroorganismů. Tyto mikroorganismy zahrnují širokou škálu taxonomických, morfologických i funkčních typů. Patří sem virusy, bakterie, mikroskopické houby, řasy, prvoci, sinice, vířníci, aktinomycety. Těžké jílovité půdy obsahují více mikroorganismů než jiné půdní typy. Největší obrát v mikrobiálních přeměnách organické hmoty se odehrává v horních vrstvách všech půd. (Úlehová, 1985).

Bakterie mají úlohu v půdě při tvorbě humusu, kde rozkládají organické látky na anorganické složky a vyrábějí bakteriální bílkoviny. Rozlišujeme je na aerobní a anaerobní bakterie. Anaerobní bakterie rozkládají organické látky bez pomoci kyslíku a tím způsobují hnilobné procesy. Aerobní potřebují kyslík, aby byli aktivní (Reichholf 1998). Optimální podmínky pro anaerobní bakterie nastávají v oblasti neutrálního pH (Vymazal, 2004).

Největší obrát v mikrobiálních přeměnách organické hmoty se odehrává v horních vrstvách všech půd.

Aktinomycety jsou považovány za druhou nejpočetnější, skupinu mikroorganismů v půdě. Při rozkladu organické hmoty se uplatňují zejména v pozdějších stádiích tohoto pochodu. Rozkládají řetězce rozložitelné látky.

Řasy se vyskytují na prosvětlených a vlhkých stanovištích, kde často jako první kolonizují holou půdu, mohou však být významnými zdroji mikrobiálních odpadů. Nejrozšířenější v půdě jsou zelené řasy, které převažují na kyselých půdách. Sinice naopak osídlují spíše alkalické a zasolené půdy (Úlehová, 1985).

Seznam mikroskopických rodů hub izolovaných z půdy (*Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Achlya*, *Mortiorella*, *Pythium*, *Saprolegnium*, *Monosporium* a *Chaetomium*) tvoří nadpoloviční podíl celkového počtu hub izolovaných z půdy (Úlehová, 1985).

Sinice, známe jako vodní květ, jsou spíše blízké příbuzné bakterií než pravých řas, protože nemají vyvinutá buněčná jádra. Rozmnožují se stejně jako bakterie neobyčejně rychle, pokud jsou ovšem ve vodě vhodné živiny (Reichholf, 1998).

Kořenonožci jsou stálou a početnou složkou biocenóz vrchovišť od rašelinných jezírek, ponořených rašeliníků a sušších mechů až k zavřesovatělým částem. Z jednotlivých řádů vystupují do popředí nejvíce krytenky (Testacea).

Vířníci jsou důležitou a charakteristickou složkou fauny vrchovišť, a to jak volné vody, tak i mokrých, vlhkých nebo vysychajících mechů. Ve velkém počtu osidlují i astatické vody po vytěžené rašelině, které se ovšem podobají složení fauny spíše slatinám nebo bažinám (Dohnal a kolektiv, 1965).

## **2.1.4 Složení a struktura půdy**

### *2.1.4.1 Teplota*

Teplota půdy ovlivňuje její vodní a vzdušný režim, působí na rychlost klíčení a růst vyšších rostlin, aktivitu edafonu i zvětrávání a přeměny organických látek. Teplotní bilance půdy, je výsledkem příjmu a ztrát tepla. Jejich poměr se mění během dne a noci a je rozdílný v různých ročních obdobích. V průběhu roku se však rozdíly vyrovnávají, takže roční bilance je nulová (Pavel, 1984).

### *2.1.4.2 Obsah vody a kyslíku*

S přibýváním vody v půdě se ochlazování zpomaluje a vysycháním se zrychluje. Vyšší vlhkost také zmenšuje teplotní výkyvy, avšak jen v povrchových vrstvách, kdežto ve spodině je tomu naopak, poněvadž se vzrůstající vlhkostí pronikají výkyvy teploty do větší hloubky. U jílovitých a rašelinných půd je naopak záhřevnost snížena, poněvadž větší množství vody v převládajících kapilárních pórech a poutané organickou hmotou zvyšuje tepelnou kapacitu i vodivost. Jsou to půdy „studené“. Tyto rozdíly v záhřevnosti se projevují hlavně na jaře a prakticky se promítají do rychlejšího klíčení a počátečního rozvoje rostlin na lehčích půdách než na půdách těžkých, zamokřených (Pavel, 1984).

Vzduch v půdě je jednou z nezbytných podmínek života rostlin. Vyplňuje póry, pokud nejsou zaplněny vodou. Svým složením se poněkud odlišuje, a to především pokud jde o obsah CO<sub>2</sub>, kyslíku a vodních par. Rozdíly v obsahu CO<sub>2</sub> a O<sub>2</sub> souvisí



s tím, že činností živé složky půdy, tj. edafonu a kořenů rostlin, se jednak spotřebovává kyslík a také produkuje CO<sub>2</sub> (Pavel, 1984).

#### 2.1.4.3 Barva půdy

Barva půdy je podmíněna přítomností barvivých součástí z nich nejvýznamnější jsou:

- a) Sloučeniny železa, které jsou obsaženy téměř ve všech půdách, záleží na tom v jakých formách. Sloučeniny železité zbarvují půdu žlutě, hnědě nebo červeně. Sloučeniny železnaté zbarvují půdu zelenavě až modravě.
- b) Sloučeniny manganu dodávají půdě hnědočerné až nafialovělé zbarvení.
- c) Uhličitan vápenatý a kaolin při větším množství zbarvují půdu bělavě, šedavě a žlutavě.
- d) Křemen a jíly jsou neurčitě světlého zbarvení.
- e) Humus je výrazně zbarvující součástí půdy, které dodává šedohnědou až černou barvu.

Na intenzitu a odstín barvy působí hlavně zrnitost a vlhkost půdy. Barva půdy působí přímo na její tepelné poměry a na vlhkost. Tmavé půdy absorbují více tepla než světlé, větší záhřevností se zvyšuje výpar a snižuje vlhkost. To má další důsledky pro biologickou aktivitu a přeměny organických látek (Pavel a kol. 1983).

#### 2.1.4.4 Rašelinné horizonty

Vznikají rašeliněním organických zbytků rostlin v podmínkách dlouhodobého převlhčení (Němeček a kol., 2001). Procesem zvaných rašelinní dochází k nahromadění mohutných vrstev odumřelých rostlinných těl, a tak vzniká prostředí s vysokou kyselostí půdní reakce, s půdou chudou na dusík a se specifickou flórou a faunou (Kholová, 2010). Rašelinné horizonty je možno zpravidla rozšířit v jednotlivě vrstvy podle původu rostlinného materiálu (rašelina rašeliníková, plonková, ostřicová, suchopýrová, rákosová, blatnicová, dřevová apod.), podle jeho slohu (rašelina zemitá, houbovitá, vláknitá apod.), podle barvy.

- Fabrický horizont – obsahuje více než 2/3 obj. nerozložených organických látek (mechů, rašeliníků apod.).

- Mesický horizont – obsahuje 1/3 – 2/3 obj. nerozložených organických látek.
- Saprický horizont – obsahuje méně než 2/3 obj. nerozložených organických látek.
- Humolitový horizont – charakterizován výrazným přímísením minerálních částic (Němeček a kol., 2001).

Rašelina patří k našim cenným téměř neobnovitelným zdrojům. Jsou to hlavně vlastnosti rašeliny, jako je její příznivá struktura, velká vodní nasáklivost, vysoký obsah organické hmoty, malá tepelná vodivost a také její protizánětlivé účinky (Matouš, 1989).

### **2.1.5 Co zjistíme metodou rozkladu celulózy**

K měření rozkladné aktivity je používána celulóza, která tvoří podstatnou část rostlinných pletiv asi 20 – 40% opadu. Celulózu tvoří dlouhé polymerové řetězce a její rozklad je velmi obtížný. Hemicelulóza je amorfni hmota vyskytující se okolo celulózových řetězců a rozkládá se rychleji. Celulóza je rozkládána postupně. Organické polymery jsou moc velké, a tudíž nemohou být rovnou přijaty mikroorganismy. Jsou také nerozpustné ve vodě (ztěžuje enzymatický rozklad). Část vazeb při štěpení neposkytují energii a naopak energii ještě vyžadují. Spousta bakterií vylučují extracelulární enzymy (exoenzymy, např. celulózy, proteázy, nukleázy, glukosidázy) a ty nepolymerují organické polymery postupně na oligo-, di- a monomery. Monomery jsou pohlcovány mikroorganismy a také rychle mineralizovány na CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> a minerální látky (Barták, 2002).

Rychlost rozkladu celulózy v různých typech rostlinných společenstvech vzrůstá většinou s produktivitou porostů. Je závislá na půdní vlhkosti, teplotě a půdním typu. Také se mohou v různých porostech objevovat odlišná společenstva celulolytických organismů. Mokřadní ekosystémy mají nižší produkci CO<sub>2</sub> než sušší typy ekosystémů. Ve vodním prostředí může být rychlost rozkladu celulózy velmi vysoká. Naopak nízký rozklad je u travinných porostů Subatlantských trávníků písčin s paličkovcem šedavým, na stepních a alpínských stanovištích.

Nerozložená celulóza je často impregnována houbovými hyfami a nárůstem bakterií. Ty se nedají odstranit ani intenzivním vymýváním. Díky tomu se dá stanovit produkce mikrobiální biomasy (Úlehová, 1985).

## **2.2 Mokřady**

### **2.2.1 Definice mokřadů**

Mokřady jsou „většinou nízko položené oblasti periodicky nebo trvale zamokřené sladkou nebo slanou vodou. Mají největší čistou primární produkci ze všech biomů, největší obsah uhlíku a velkou trvalou biomasu“ (Novotná, 2001).

Různé definice mokřadů obsahují tyto tři základní rysy: „a) vyznačují se přítomností vody sahající buď k povrchu půdy, nebo alespoň do kořenové zóny b) mokřadní půda má zvláštní vlastnosti a liší se od ostatních půd (např. nízkým obsahem kyslíku) c) v mokřadech se vyvíjí vegetace adaptovaná k zaplavení a nejsou v nich přítomny rostliny, které nesnášejí zaplavení“ (Pokorný, 2004).

Podle Ramsarské úmluvy jsou 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“ ([www.ramsar.org](http://www.ramsar.org)).

### **2.2.2 Rozdělení mokřadů**

Mokřady představují celou škálu biotopů pro něž je charakteristické vodou nasycené prostředí. Patří sem rybníky a jejich břehová pásma, rašeliniště, mokré louky, prameniště, lužní lesy, říční nivy, umělé mokřady, podmáčené smrčiny (Pokorný, 2004), mělká jezera, mořské pobřežní vody (Eiseltová, 2011). Přetrvávající mokřady jsou vystaveny přímým i nepřímým antropogenním (vzniklé lidskou činností) vlivům, zejména fragmentaci (rozpad) a eutrofizaci (postupné obohacování vody a půdy organickými živinami) (Čížková, 2011).

K mokřadům se řadí též mokřady vytvořené uměle. Rozdělení umělých mokřadů (UM) pro čištění odpadních vod dělíme na základě typu použitých rostlin. Umělé mokřady,

kteře využívají emerzní (tj., vynořenou) vegetaci, lze dále rozdělit podle typu průtoku odpadní vody (povrchový a podpovrchový průtok) a umělé mokřady s podpovrchovým průtokem, tzv. kořenové čistírny, lze dále rozdělit podle směru průtoku. Kombinace různých typů UM se většinou označuje jako hybridní nebo kombinovaný systém (UM s vertikálním a horizontálním prouděním) (Vymazal a Dušek, 2004).

Podle typu použitých rostlin se rozlišují umělé mokřady:

- s volně plovoucími rostlinami
- s rostlinami s volně plovoucími listy
- se submerzní vegetací
- s emerzními rostlinami.

### **2.2.3 Funkce mokřadů**

Základní charakteristikou mokřadů je hromadění organických látek v zaplavené neprovzdušněné půdě (Pokorný, 2004). Mají schopnost akumulovat, ale i produkovat oxid uhličitý. Negativní úlohou mokřadů je uvolňování methanu. Při zvažování úlohy mokřadů v globálním cyklu uhlíku je třeba mít na mysli, že mokřady představují obrovské přirozené zásobárny uhlíku a jejich ochrana a obnova může být podle střízlivých odhadů až 100x účinnější než ostatní postupy ukládání uhlíku mimo atmosféru. Současně jde o jediný typ ekosystému, který nemůže být uhlíkem saturován (nasyčen).

Mokřady, zejména lužní lesy, pomáhají vyrovnávat důsledky extrémních projevů počasí, jako jsou bleskové povodně nebo naopak mimořádná období sucha (Plesník, 2011). Mokřady také přispívají k vyrovnání teplotních rozdílů, sluneční energie se v nich spotřebovává na výpar vody. Vodní pára se na chladných místech kondenzuje zpět na vodu, přičemž se energie opět uvolňuje (Pokorný, 2011).

K dalším schopnostem různých typů mokřadů patří vázat živiny a těžké kovy. Mokřady jsou i domovem mnoha druhů rostlin a živočichů (Pokorný, 2004). Luční slatinné mokřady jsou významné pro ochranu naší středoevropské biodiverzity (Hájek, 2011).

## 2.2.4 Biogeochemické cykly v mokřadech

### 2.2.4.1 Koloběh C a specifika dekompozice v mokřadech

Půda je systém osídlený kořeny rostlin a nespočetným množstvím živých organismů, které dýchají a spotřebovávají kyslík z prostředí. V provzdušněné půdě převládají aerobní organismy, které získávají pro svůj život energii v procesech aerobní respirace a při tom oxidují cukry na oxid uhličitý a spotřebovávají kyslík. Tím dochází k tzv. mineralizaci organické hmoty. V zaplavené půdě se kyslík rychle vyčerpá a aerobní organismy snižují a postupně zastavují svou aktivitu. Jsou nahrazovány anaerobními mikroorganismy, které při respiraci jako konečný akceptor elektronů místo kyslíku využívají oxidovaných forem dusíku, železa, síry a manganu v procesu tzv. anaerobní respirace. Tyto procesy anaerobní respirace, při kterých nevzniká mnoho meziproductů rozkladu, mohou probíhat pouze tehdy, pokud do podpovrchových vrstev půdy pronikají z povrchové vrstvičky 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 a ve společenstvech půdních organismů začínají převládat fermentační mikroorganismy. Ty nezískávají energii v procesech respirace, ale ve fermentačních procesech, při kterých je do prostředí kromě oxidu uhličitého vylučováno mnoho organických meziproductů rozkladu, jako jsou organické kyseliny, alkoholy a ketony. Některé z těchto produktů mohou být i v malých koncentracích toxické pro rostliny. Převaha fermentačních pochodů způsobuje, že v zaplavené půdě se zpomaluje mineralizace organické hmoty. Proto jsou také mokřady obvykle bohatší na organickou hmotu než dobře provzdušněné půdy.

V mokřadních systémech probíhá aerobní respirace převážně ve vodě nad povrchem půdy, v aerobní vrstvě těsně pod povrchem půdy (zóna redukce kyslíku) a v těsné blízkosti kořenů mokřadních rostlin. Aerobní dekompozice půdního organického uhlíku v mokřadech je především regulována dodávkou kyslíku, protože uhlík většinou není limitující. Kyslík difundující vodou nad povrchem půdy je rychle spotřebován mikrobiální respirací v povrchové půdní vrstvě tenké jen několik mm. Pod touto zónou nemohou již striktně aerobní organismy přežít a mikrobiální společenstva se mění na

fakultativně anaerobní, které využívají dusičnany a dále sloučeniny manganičité a železité jako akceptor elektronů.

Mokřady jsou typické svou akumulací organické hmoty. Intenzita akumulace je výsledek rovnováhy mezi primární produkcí a aktivitou heterotrofních organismů. Organická hmota produkovaná v mokřadech je ukládána sezónně a ve své konečné podobě je přeměňována na půdní vrstvu. Organické půdy v mokřadech představují hlavní dlouhodobý reservoár uhlíku, přičemž organické půdy obsahují přibližně 40% uhlíku v současné atmosféře.

Obsah oxidu uhličitého v atmosféře zaplavených půd a ve vodních rostlinách může dosáhnout až 20%. Ačkoliv je produkováno více  $\text{CO}_2$  než by odpovídalo spotřebovanému množství  $\text{O}_2$ , jeho celková produkce v podmínkách zaplavení je většinou nižší než v odvodněných půdách, protože rychlost mineralizace organického uhlíku v podmínkách anoxie je nižší a část uhlíku je emitována do ovzduší jako metan.

Metan je produkován taxonomicky variabilní skupinou bakterií (metanogenní bakterie), které jsou schopny využívat pouze omezené množství sloučenin. Metan je buď uvolňován do atmosféry, nebo je oxidován na  $\text{CO}_2$  metanotrofními bakteriemi, jakmile se dostane do oxické zóny. Bylo zjištěno, že v zaplavených půdách bez vegetace je přibližně 35% produkovaného metanu uvolněno do vzduchu. Množství metanu transportovaného rostlinami závisí na hustotě a stavu rostlinného porostu. V nezarostlých mokřadech je metan téměř výhradně transportován do ovzduší ebulicí, zatímco v přítomnosti dobře vyvinutého porostu (např. rýže, rákos) je 60-94%  $\text{CH}_4$  emitováno rostlinným transportem“ (Vymazal, 2004). Měření výškových změn povrchu sledovaného rašelinného ložiska nasvědčuje tomu, že na dýchání (tedy na ztrátách uhlíku) se podílí celá mocnost ložiska, nikoliv tedy jen vrstvy rašeliny ležící nad hladinou podzemní vody“ (Vašků, 1983). Uhlík z celulózy přispívá především do jednodušších složek humusu, jako jsou aminokyseliny, zatímco uhlík pocházející z ligninu byl nalezen v komplikovanějších látkách, pravděpodobně ve formě fenolických sloučenin (Úlehová, 1985).

#### 2.2.4.2 Koloběh N

Dusík patří mezi makrobiogenní prvky a je nejen rozhodujícím prvkem pro výnos kulturních rostlin, ale je důležitý i pro půdní mikroflóru. V půdě podléhá dusík rozsáhlým změnám a jeho transformace rozhodují o jeho fyziologické využitelnosti rostlinami nebo mikroorganismy, o jeho schopnosti migrovat i o transportu dusíkatých látek v půdě, o ztrátách dusíku z orné půdy denitrifikací, volatilizací nebo vyplavováním. Množství fixovaného dusíku závisí na velikosti půdních částic, na proporcionálním zastoupení různých jílových minerálů v půdní frakci, na struktuře těchto jílových minerálů a na velikosti iontového poloměru izomorfně se zastupujícího iontu (Králová, 1985).

Sloučeniny dusíku zahrnují celou škálu anorganických a organických forem, které jsou nezbytné pro veškerý biologický život. Nejdůležitější anorganické formy dusíku jsou amoniak ( $\text{NH}_3$ ), dusitany ( $\text{NO}_2^-$ ) a dusičnany ( $\text{NO}_3^-$ ). Z mnoha organických forem jsou v mokřadech nejčastější močovina, aminokyseliny, aminy, puriny a pyrimidiny. V mokřadních systémech se kontinuálně mění anorganické sloučeniny na organické a naopak. Některé z těchto procesů vyžadují energii (jako zdroj slouží většinou organický uhlík) a některé procesy uvolňují energii, která je využívána organismy pro jejich růst a přežívání v daném ekosystému. Všechny transformace jsou nezbytné k dobrému fungování mokřadního ekosystému a většina chemických změn je kontrolována produkcí enzymů a katalyzátorů organismy, které z těchto změn mají užitek.

Nejvíce dusíku v přirozených mokřadech je uloženo v sedimentech (většinou organický N) a v rostlinách. Koncentrace dusíku v biomase mokřadních rostlin kolísá mezi jednotlivými druhy, a také v průběhu roku. Dusík a ostatní živiny jsou rostlinami přijímány během vegetačního období a jejich koncentrace je nejvyšší na začátku vegetačního období a postupně se snižuje (Vymazal, 2004).

#### 2.2.4.3 Koloběh P

Fosfor se vyskytuje v mokřadech jako fosforečnan v anorganických a organických sloučeninách. Všeobecně se předpokládá, že volné orthofosfáty jsou jedinou formou fosforu, kterou jsou řasy a vyšší rostliny schopny využívat přímo, a

proto reprezentují hlavní spojení mezi koloběhem anorganického a organického fosforu v mokřadech (Vymazal 1995). Fosfor, který se dostává do mokřadu je v počáteční fázi velmi rychle absorbován baktériemi, řasami a rostlinami. Další procesy transformace a zadržování P v mokřadech jsou ovlivňovány především interakcemi mezi redoxním potenciálem, pH,  $\text{Fe}^-$ ,  $\text{Al}^-$  a  $\text{Ca}^-$  minerály, organokovovými komplexy, jílovitými minerály a množstvím fosforu v půdě.

V mokřadních systémech s volnou vodní hladinou může být významný příjem fosforu řasami, a to jak planktonními, tak nárostovými. Kromě přímého účinku (příjem, dekompozice) mohou řasy významně ovlivňovat koloběh fosforu také nepřímo, a to především svou fotosyntetickou činností (změna pH, zvýšená koncentrace rozpuštěného  $\text{O}_2$ ).

Rozložení fosforu v jednotlivých složkách mokřadních ekosystémů je obdobné jako u dusíku, tj. nejvíce fosforu je vázáno v půdě a sedimentech, řádově nižší množství jsou vázána ve vegetaci a nejméně fosforu je ve vodné složce. (Vymazal, 2004).

#### 2.2.4.4 Koloběh S

Síra se vyskytuje v mokřadech v různých oxidačních stupních a podobně jako dusík je transformována několika procesy, které jsou zprostředkovány mikroorganismy. Síra se vyskytuje v mokřadních systémech v koncentracích, které jsou jen výjimečně limitující pro růst rostlin nebo živočichů. Únik redukovaných forem síry (sirníků) ze sedimentů je provázen silným zápachem (Vymazal, 2004).

#### 2.2.5 Legislativa související s mokřady

Česká legislativa spojená s ochranou mokřadů zahrnuje tyto zákony a vyhlášky:

- Zákon č. 17/1992 Sb. o životním prostředí, ve znění zák. č. 123/1998 Sb.
- Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny
- Zákon č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí
- (EIA – Environmental Impact Assessment; proces hodnocení pravděpodobného vlivu navrhované aktivity na životní prostředí)
- Vyhláška č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zák. č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny



- Zákon č. 115/2000 Sb. o poskytování náhrad škod způsobených vybranými zvláště chráněnými živočichy
- Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách

Ramsarská úmluva (Úmluva o mokřadech majících mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva) je první celosvětová mezivládní úmluva na ochranu a moudré využívání přírodních zdrojů. Jedná se tak o jedinou úmluvu, chránící určitý typ biotopu. Úmluva ukládá členským zemím označit na svém území mokřady mezinárodního významu z hlediska ekologického, botanického, zoologického a hydrologického. Úmluva byla podepsána v rámci zasedání UNESCO v Ramsaru dne 2. 2. 1971 a platí od r. 1975. ČSFR podepsala Úmluvu v r. 1990 s platností od 2. 7. 1990 (viz Sbírka zákonů č. 396/1990). V roce 1993 byl oficiálně ustanoven Český ramsarský výbor, který je koordinačním a poradním orgánem MŽP ČR. Podle potřeby se schází k jednání 2x až 3x ročně.

Hlavními závazky jsou:

- vybrat vhodné mokřadní biotopy na svém území a zařadit je do seznamu mokřadů mezinárodního významu,
- podporovat ochranu mokřadů zapsaných do seznamu a zajistit jejich rozumné využívání,
- podporovat ochranu mokřadů a vodního ptactva těchto biotopů formou zřizování chráněných území, bez ohledu na to, zda jsou zapsány v seznamu mokřadů mezinárodního významu či nikoliv (Dvořáková, 2004).

## **3 Popis zájmového území**

### **3.1 Třeboňsko**

Třeboňská pánev patří k “nejmokrādnejším“ územím střední Evropy: mokřady tvoří nejméně 20% z rozlohy CHKO/BR Třeboňsko. Třeboňská pánev byla roku 1977 přijata mezi biosférické rezervace UNESCO a roku 1979 došlo k vyhlášení Chráněné krajinné oblasti Třeboňsko (Jeník 1983).

Na Třeboňsku je dlouhodobě soustředěn výzkum ekologie mokřadů, na němž se podílejí ústavy Akademie věd České Republiky a další výzkumné instituce Třeboňsko bylo zařazeno do mezinárodní sítě území dlouhodobého ekologického výzkumu (ILTER) ([www.ochranaprirody.cz](http://www.ochranaprirody.cz)).

#### **3.1.1 Třeboňská rašeliniště**

V tomto regionu je 24% z celkové výměry rašelinišť ČR, ve kterých je uloženo 33% republikových zásob rašeliny. Z celkových zásob rašeliny, chráněné v ČR jako přírodní léčivý zdroj, je na Třeboňsku uloženo 57%. Významně převládají přechodové rašeliny nad slatinnými. Zásoby rašeliny vrchovištního typu nepřesahují 1% (Matouš, 2000).

Třeboňská rašeliniště můžeme charakterizovat jako silně izolované („ostrovní“) ekosystémy strukturálně velmi blízké biomu mokřadní subarctické lesotundry. Jednotlivá rašeliniště Třeboňska prodělala odlišný vývoj, ale vcelku patří k přechodovým rašeliništím topogenního původu. Rašeliniště v třeboňské krajině jsou účinným refugiem, které umožňuje přežití některých cenných živočišných populací (nejen bezobratlých) ohrožených v dnes již antropogenizovaném okolí. Neporušená rašeliniště s původní biocenosou představují velmi významný, neopakovatelný krajinný prvek Třeboňska (formace – biom), jedinečný modelový ekosystém a refugium, důležité i s ohledem na genofond populací ohrožených rostlin a živočichů (Ferda a kol., 1980).

### 3.1.2 Rybníkářství

Vznik rybníků na Třeboňsku těsně souvisí s povahou půdy a krajiny. Část rybníků je pozůstatkem někdejších jezer, další vznikly při vysušování a osidlování krajiny. S plánovitým budováním rybníků a chovem ryb v nich se začalo už v 2. pol. 14. stol., když ubývalo rybnatosti v řekách a potocích. Zasloužili se o něj především Josef Štěpánek Netolický a Jakub Krčín z Jelčan. Po Třicetileté válce nastal značný úpadek. Teprve v 2. pol. 18. stol. začalo nové oživení rybníčního hospodářství na základě pokusnictví pražského profesora Dr. Ant. Friče a nestora českého rybníkářství Josefa Šusty, který vypracoval vědecky zdůvodněnou soustavu zvelebení rybníkářství. Dnes třeboňské rybníky obhospodařuje Rybářství Třeboň, a.s. Jejich přibližně 500 ([www.trebon.cz](http://www.trebon.cz)).

Jednotlivé rybníky Třeboňské pánve jsou propojeny důmyslným systémem stok, z nichž nejznámější je Zlatá stoka, dílo Štěpánka Netolického. Jde o umělý kanál, vystavěný v letech 1505–1520, ve většině délky uměle vyhloubený, částečně však vedený i v uměle navrženém zemním valu a zajištěný proti unikání vody. Byla sice opuštěna její funkce zásobování přilehlých měst pitnou vodou a také plavení, dodnes ale zabezpečuje cirkulaci vody mezi jednotlivými rybníky na Třeboňsku, okysličování vody a výměnu živin, nezbytných pro chov ryb.

Při nedostatečném množství vody v rybnících dochází ke zhoršování podmínek pro chov ryb. Tyto problémy pomáhá překonávat právě Zlatá stoka, která po celé své délce 47,8 km přivádí vodu z řeky Lužnice jednotlivým rybníkům. Je široká 2 - 4 m a hluboká 1 - 1,5 m.

Celý systém této rybníční soustavy byl dne 30. května 2003 oficiálně nominován pod označením „Třeboňské rybníkářské dědictví“ k zápisu do seznamu světového dědictví UNESCO.

Už v roce 2002 bylo jádro rybníční soustavy na Třeboňsku prohlášeno národní kulturní památkou. Tato nejvyšší forma památkové ochrany v současné době tedy zahrnuje objekty již dříve prohlášené za kulturní památky – Zlatou stoku, která je páteří velké části třeboňské rybníční soustavy, Novou řeku – umělý kanál zřízený k ochraně Rožmberka před účinky povodní, Starou řeku (část koryta Lužnice před Rožmberkem),

a dva z nejznámějších a největších rybníků – Rožmberk a Svět (www.trebon.rybarstvi.cz).

## **3.2 Popis studovaných lokalit**

### **3.2.1 Mokrý louky u Třeboně**

Mokrý Louky u Třeboně se rozprostírají mezi rybníkem Rožmberkem a městem Třeboní. Jejich plocha je 450 ha (Jeník, 1983). Mokrý louky mají středně až silně rozloženou ostřicorákosovou (částečně mechovou a dřevovou) přechodovou rašelinu. Zvláštností tohoto rašelinného ložiska je svrchní 0,15 až 0,4 (0,6) m mocný organominerální horizont (Vašků, 1983). Půda je střídavě obohacována sedimenty naplaveného jílu a písku, které i ve spodních vrstvách slatiny tvoří minerální vložky o malé mocnosti (Dykyjová, 1983).

Mokrý Louky prodělaly mnoho vodohospodářských změn, které se týkaly úpravy toků a odvodňování. Pod vlivem těchto úprav došlo ke změnám ve struktuře původního rostlinného porostu. Byla vykáčena rašelinná společenstva, jedliny, olšiny, vrbiny. Na jejich místě pak vznikly vlhké louky které byli zasypávány orníci a materiálem ze zbořeníšť. Vegetace rákosin a porosty vysokých ostřic se stáhly na pobřeží Rožmberka a do míst odvodňovacích kanálů. Slatinné olšiny a vrbiny byly na většině území přeměněny ve slatinné louky. Převažujícími druhy jsou např. *Carex acuta* (ostřice štíhlá), *Carex vesicaria* (ostřice měchýřkatá), *Molinia coerulea* (bezkoleneček modrý), *Glyceria maxima* (zblochan vodní) a *Phalaris arundinacea* (chrastice rákosovitá) (Jeník, 1983).



**Obrázek č. 1: Mokrý louky u Třeboně**

### **3.2.2 Záblatské louky**

Území je částí rozsáhlého rašeliniště, které bylo z větší části zatopeno rybníkem Záblatský. Vodní plocha rybníka plynule přechází přes zblochanové a rákosové porosty v rozlehlé rašelinné, zpravidla jednosečné louky. V pestré mozaice různých biotopů našla útočiště řada ohrožených a chráněných druhů rostlin.

Území bylo vyhlášeno přírodní rezervací v roce 1994. Do rezervace spadá západní část rybníka Záblatský s přilehlým komplexem podmáčených luk rozkládající se asi 1 km jižně od obce Lhota u Dynína. Nadmořská výška je 426 - 427 m a výměra 108,00 ha. Podloží tvoří světlé kaolinické pískovce až slepence a pestré a bělošedé jílovce svrchnokřídového stáří. Tyto jsou překryty rozsáhlým holocenním ložiskem slatinné rašeliny o mocnosti několika metrů, přecházejícím do rybníka. Vodní režim rašeliniště závisí na výšce hladiny rybníka a zřejmě na existenci vývěřů podzemní vody. Rašeliniště bylo v minulosti dotčeno drobnou těžbou, po které zůstaly zachovány postupně zazemňující odvodňovací kanály a jezírka protáhlého tvaru. Louky jsou

každoročně koseny jen na sušších místech, část hlavně bezkolencových luk při pobřeží rybníka zůstává nekosená a je ponechána přirozenému vývoji ([www.ochranaprirody.cz](http://www.ochranaprirody.cz)).

Mezi hlavní vyšší rostliny vyskytující se na tomto stavišti patří: všivec bahenní, zábělník bahenní, žebratka bahenní, pupečník obecný, ptačinec bahenní, kozlík dvoudomý, rozpuk jízlivý, bublinatka jižní, violka slatinná, štírovník bažinný. Z ptactva zde najdeme například hnízdiště bekasiny otavní, husu velkou a chřástala vodního (Chytil, 1999).



Obrázek č. 2: Zábłatské louky

### 3.2.3 Červené blato

Červené Blato je přechodové rašeliniště se zapojeným porostem borovice blatky s podrostem rojovníku bahenního. Díky dřívější drobné těžbě se zde zachovaly i otevřené plochy s různými stádii negenerujícího rašeliniště (Bureš, 2000). Jako rezervace o rozloze 331,43 ha byla vyhlášena v roce 1953 ([www.cittadella.cz](http://www.cittadella.cz)).

#### 3.2.3.1 Červené blato netěžené

Na oligotrofním lesním rašeliništi a jeho netěžených částech jsou dochovány unikátní porosty borovice blatky (as. *Pinorotundatae-Sphagnetum*) s největšími českými populacemi rojovníku bahenního. Vesměs je zde dochována i charakteristická

zonace od blatkových borů přes rašelinné bory s borovicí lesní k podmáčeným smrčínám (Chytil, 1999).

Z hub se zde vyskytuje třepenitka dlouhonohá, kalichovka vodní, k. rašeliníková, čepičárka holeňová, outkovka žlutavá, o. pýřitá, šafránka ozdobná, bělochoroš slzící, holubinka březová, h. chromová. Nejčastějšími zástupci z mechorostů je rašeliník křivolistý, r. bodlavý, r. prostřední. Z vyšších rostlin pak např.: rojovník bahenní, bříza pýřitá, borovice blatka, b. lesní, kyhanka sivolistá, vlohyně bahenní, ve starých těžebních jámách převažují druhy suchopýr pochvatý, klikva bahenní, rosnatka prostřední (Chytil, 1999).



**Obrázek č. 3: Červené blato netěžené**

### *3.2.3.2 Červené blato těžené*

Toto rašeliniště bylo v 19. století částečně odvodněno a těženo. (Kučerová, 2011). Narušené plochy velmi dobře regenerují a vzniká pestrá mozaika rašelinných biotopů, od bezlesí až po zapojený prales s významnou flórou a faunou glaciálních reliktnů ([www.cittadella.cz](http://www.cittadella.cz)). Těžební jámy se po skončení těžby znovu zaplavily vodou a

dnes tu můžeme na různých plochách vidět všechna stadia sukcese rostlinné pokrývky od zarůstání vodních ploch rašeliníkovými koberci, až po zazemnění kořeny vyšších druhů rašelinných rostlin, včetně borovice blatky a břízy pýřité (Dykyjová, 2000). Rovnováha v odvodněných nebo jinak porušených mokřadech se může zcela lišit od mokřadů nedotčených. V případě, že se sníží výška vodní hladiny, dostává se kyslík do vrstev nad vodou, což má za následek urychlení dekompozice organické hmoty na jednoduché anorganické komponenty. Tyto zásahy se projevují v koloběhu uhlíku především jako únik CO<sub>2</sub> do atmosféry (Vymazal, 2004). V posledních dvaceti letech na lokalitě proběhly rozsáhlé změny vegetace po velkoplošných větrných, sněhových polomech a požárech, což vedlo ke změnám ve stromovém patře. V novém je menší podíl borovice blatky oproti borovici lesní. Na regeneraci mechorostů mělo pozitivní dopad zvýšení hladiny podzemní vody (Kučerová, 2011).



**Obrázek č. 4: Červené blato těžené**



## **4 Metodika**

### **4.1 Princip použité metody**

Celulóza patří k nejvíce zastoupeným organickým látkám v přírodě; tvoří zhruba 10-40 % rostlinných zbytků, přicházejících každoročně do půdy. Intenzita, s jakou je celulóza rozkládána, je proto považována za jedno ze základních měřítek biologické půdní aktivity. Jen ojediněle se v experimentální práci používá nativní celulóza, vypreparovaná z rostlinného materiálu. Nativní celulóza je nahrazována různými modelovými substancemi, jako je celofán, vata, lněné plátno, filtrační papír. Intenzita rozkladu celulózy se stanovuje na základě hmotnostního rozdílu modelové substance před expozicí v půdě a po ní.

V práci jsem použila ke stanovení rozkladu celulózy filtrační papír. Této jednoduché metody lze využít pro srovnání biologické aktivity půd různých typů porostů, pro sledování biologické aktivity půdy v různých hloubkách půdy, je vhodná pro zjišťování změn v biologické půdní aktivitě po agrotechnických zásazích.

Obdélníky filtračního papíru byly všity do dekompozičních sáčků ze silikonové sítě a umístěny do porostu na lokalitách Červené blato těžené a netěžené, Zábřatské louky a Mokré louky.

### **4.2 Příprava celulózových sáčků**

Připravila jsem si čtverce filtračního papíru o rozměrech 5x10 cm. Ty byly následně vysušeny při teplotě 80°C a zváženy na analytických vahách. Poté byly vloženy do připravených sáčků ze silikonové sítě a uzavřeny. U prvního a druhého pokusu byl do silikonové sítě všit pouze jeden filtrační papír (obr. č. 1). Pro třetí pokus bylo 5 vzorků filtračního papíru všito do jedné síťoviny ve sloupci pod sebe (obr. č. 2).

### **4.3 Instalace vzorků**

Takto připravený „celulózový test“ byl umístěn v porostu do různých hloubek půdy a na půdní povrch. Délka expozice by měla být taková, abychom po vyjmutí testu

z půdy získali ještě část celulózy nerozložené. Celkem bylo sešito 2x 64 sáčků pro první a druhý pokus.

První pokus jsme prováděli na začátku května 2010. Sáčky byly instalovány na Červené blato těžené, netěžené, Mokrý louky a Záblatské louky. Vzorky pro druhý pokus byly instalovány na začátku července 2010 na Mokrý a Záblatské louky, ke konci července pak na Červené blato těžené a netěžené (tabulka č. 1). V těchto dvou pokusech byla vždy na lokalitách vybrána náhodně 4 různá místa, na něž jsme umístili 2 vzorky (příloha č. 1). Jeden vzorek byl vždy 5cm pod povrchem půdy a druhý na povrchu půdy, přikrytý pouze opadem (příloha č. 2).

Třetí pokus byl proveden ke konci září 2011 na stejných 4 lokalitách jako v předchozích pokusech (tabulka č. 1). Na každou z lokalit byly instalovány 4 sáčky po 5 vzorcích. Sáčky o rozměrech 35 x 12,5 cm jsme zapravovali do půdy svisle pomocí sazeče do hloubky 25-30 cm tím způsobem, že svrchní vzorek zůstal ležet na povrchu půdy (příloha č. 3).

#### **4.4 Odběry**

Vzorky z prvního pokusu byly odebrány v polovině července 2010, z druhého pokusu na konci srpna a začátku září. Na začátku listopadu 2011 byly odebrány vzorky z třetího pokusu (příloha č. 3, 4, 5, 6) (tabulka č.1).

**Tabulka č. 1: Data instalace a odběru vzorků na lokalitách.**

Pokus č.		Červené blato netěžené	Červené blato těžené	Záblatské louky	Mokrý louky
1	start	10. 5. 2010	10. 5. 2010	11. 5. 2010	10. 5. 2010
	konec	22. 7. 2010	22. 7. 2010	15. 7. 2010	14. 7. 2010
2	start	22. 7. 2010	22. 7. 2010	15. 7. 2010	14. 7. 2010
	konec	6. 9. 2010	6. 9. 2010	29. 8. 2010	26. 8. 2010
3	start	29. 9. 2011	29. 9. 2011	28. 9. 2011	30. 9. 2011
	konec	2. 11. 2011	2. 11. 2011	3. 11. 2011	3. 11. 2011

#### **4.5 Laboratorní rozbor**

Po skočení pokusu byly ze sáčku vyjmuty nerozložené zbytky celulózy, usušeny na vzduchu při laboratorní teplotě a zbaveny částeczek půdy (příloha č 7). Celulózu se zbytky ulpělé půdy jsem pak vložila do předem zváženého spalovacího kelímku, vysušila při 80°C a zvažila (příloha č. 8, 9). Tato hmotnost byla zaznamenána. Kelímky byly přikryty alobalovými víčky a následovalo spálení v muflové peci při 550°C, při němž se spálila nerozložená celulóza (příloha č. 10, 11). Ulpělé částice půdy zůstávají ve zbylém minerálním podílu, který se zvažil s kelímkem po spálení. Hmotnost byla opět zaznamenána.

Rozdíl hmotnosti spalovacího kelímku s nerozloženou celulózou a ulpělou zeminou před a po spálení reprezentuje množství nerozložené celulózy. Odečtením hmotnosti nerozložené celulózy od původní hmotnosti zjistíme množství rozložené celulózy. Intenzitu rozkladu celulózy vyjadřujeme v % původní hmotnosti.

## 4.6 Statistické vyhodnocení

### 4.6.1 Princip použité metody

Pro vyhodnocení rozdílů mezi lokalitami, umístěním v různých hloubkách půdního profilu a jednotlivými odběry byla použita analýza rozptylu (ANOVA). Při této metodě se pracuje s následujícími pojmy:

- **Testovací kritérium F** je kritická mez F- testu, který testuje shodu rozptylů.
- **Hladina významnosti** je pravděpodobnost, že se zamítne nulová hypotéza, ačkoliv platí. Tato hladina odpovídá míře ochoty výzkumníka smířit se s výsledkem této chyby. Hladina se proto volí velmi malá. V této práci byla zvolena hladina významnosti  $p = 0,05$ .
- **Post-hoc testy** umožňují vzájemné porovnávání středních hodnot jednotlivých dílčích variant pokusu. Post-hoc znamená po testování předem určených hypotéz, kdy se přistupuje ke zkoumání rozdílů dvojic průměrů bez předem daného závěru. Post-hoc metody statistické inference dovolují výzkumníkovi zkoumat data a porovnávat jejich jednotlivé části, aniž by srovnání předem specifikoval, přičemž udržuje spolehlivost statistické inference (Hendl, 2004).

### 4.6.2 Statistické vyhodnocení vlastních dat

K vyhodnocení výsledků byla použita analýza rozptylu v programu Statistica 9.0 (Statsoft, USA). Data získaná v roce 2012 byla hodnocena třífaktorovou analýzou variance. Faktory zahrnovaly lokalitu, hloubku umístění v půdním profilu a číslo pokusu. V roce 2011 byla použita dvoufaktorová analýza variance s faktory lokalita a hloubka umístění v půdním profilu. Rozdíly mezi variantami byly testovány Tukeyovým post-hoc testem.



**Obrázek č. 5: Vzorek pro pokus č. 1 a 2.**



**Obrázek č. 6: Vzorek pro pokus č. 3.**

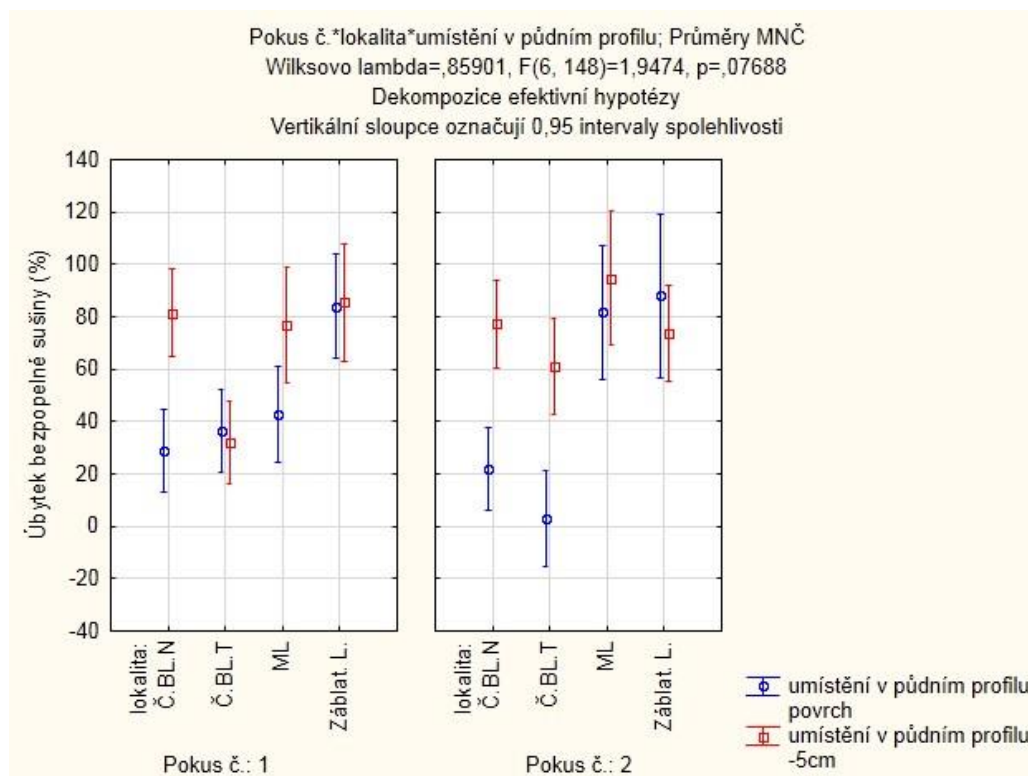
## 5 Výsledky

### 5.1 Výsledky pokusů provedených v roce 2010

#### 5.1.1 Úbytek bezpopelné sušiny

V Grafu 1 je znázorněn úbytek bezpopelné sušiny v prvním a druhém pokusu v roce 2010. V pokusu č. 1 byl zjištěn velký rozdíl v úbytku bezpopelné sušiny na Záblatkých lukách oproti ostatním lokalitám. Úbytek bezpopelné sušiny na Záblatkých loukách dosahoval až 100%. V hloubce 5 cm pod povrchem byl zjištěn na Červeném blatu netěženém nízký úbytek bezpopelné sušiny oproti ostatním lokalitám.

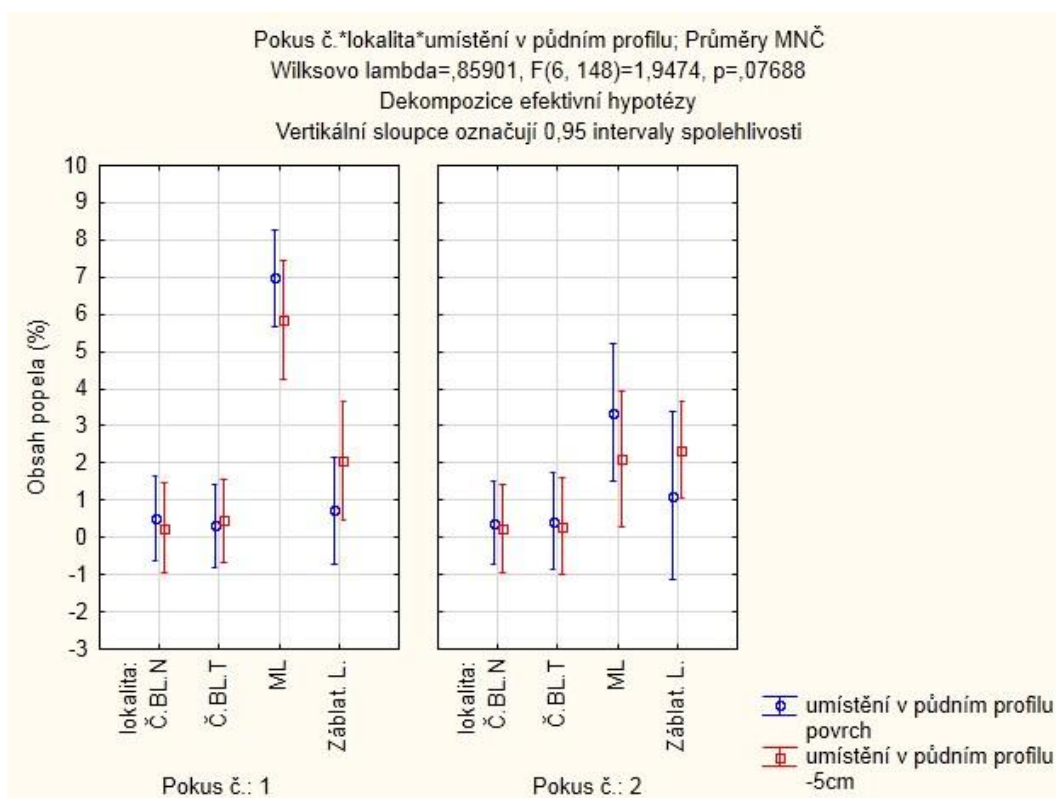
U pokusu číslo 2 byl zjištěn nízký úbytek bezpopelné sušiny na povrchu půdy u Červeného blata těženého a netěženého oproti Mokřým a Záblatkým loukám. V hloubce 5 cm pod povrchem půdy byl úbytek bezpopelné sušiny vysoký u všech lokalit, dosahoval nad 40%.



Graf č. 1: Úbytek bezpopelné sušiny (%) v roce 2010.

### 5.1.2 Obsah popela

V Grafu č. 2 je vyjádřen obsah popela u prvního a druhého pokusu na lokalitách Červené blato těžené a netěžené, Mokré a Záblytské louky v roce 2010. V pokusu č. 1 byl ze všech lokalit největší obsah popela u Mokřých luk, a to jak na povrchu, tak 5 cm pod povrchem. V pokusu č. 2 byl na všech čtyřech lokalitách nízký obsah popela, opět jak na povrchu, tak 5 cm pod povrchem půdy.



Graf č. 2: Obsah popela (%) v roce 2010.

V tabulce č. 2 je znázorněn výsledek statistického vyhodnocení obsahu popela a úbytku bezpopelné sušiny. Červeně zvýrazněné hodnoty ukazují statisticky průkazné efekty na hladině významnosti menší než 0,0500.

Výsledky ukazují průkazný vliv umístění na různých lokalitách, a to jak v obsahu popela, tak v úbytku bezpopelné sušiny. Úbytek bezpopelné sušiny byl ovlivněn také umístěním v půdním profilu.

**Tabulka č. 2:** Výsledky statistického vyhodnocení vlivu lokality, umístění v půdním profilu a termínu expozice celulózy v roce 2010.

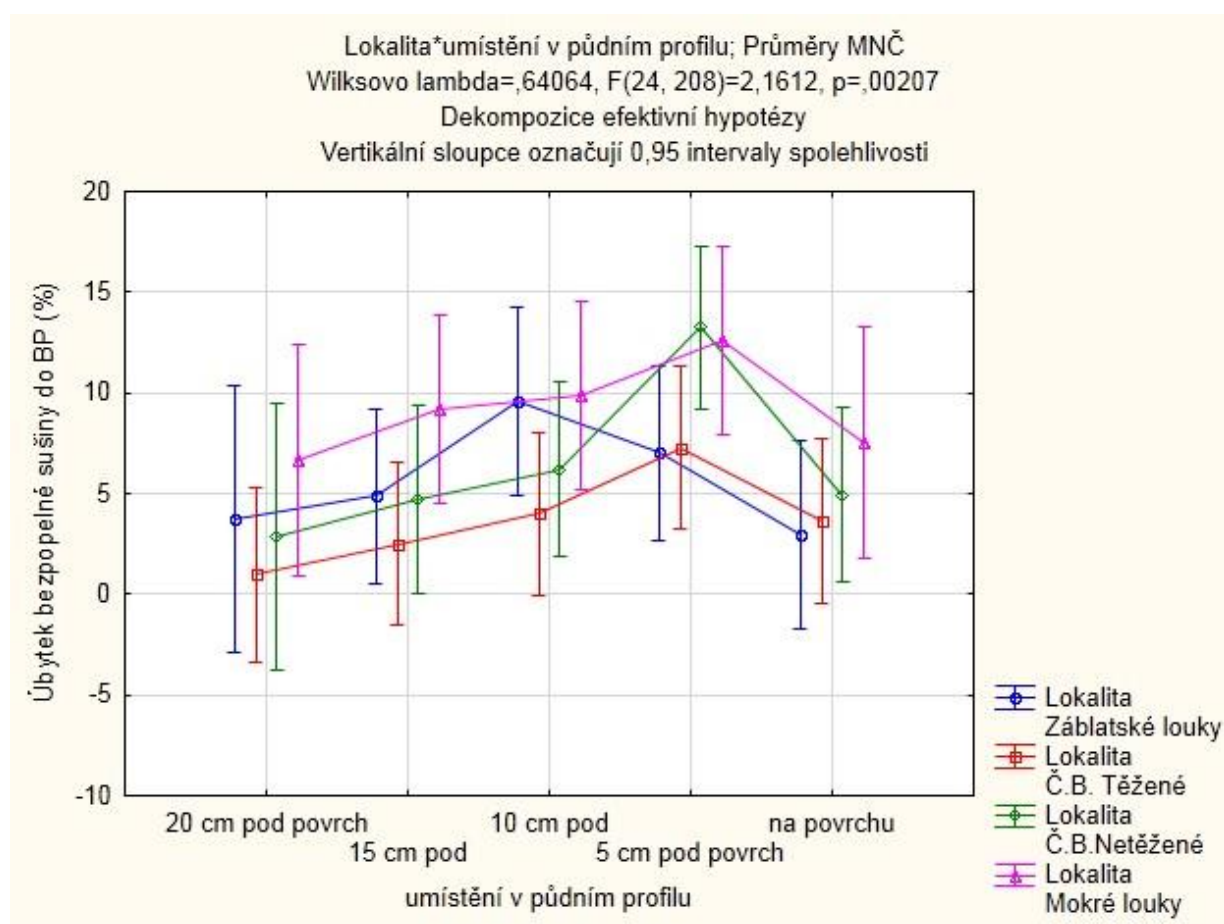
Efekt	Stupně volnosti	Obsah popela (%)		Úbytek bezpopelné sušiny (%)	
		F	p	F	p
Abs. člen	1	88,52	<0,0001	565,99	<0,0001
Pokus č.	1	5,52	0,0215	0,68	0,4116
lokalita	3	27,31	<0,0001	19,79	<0,0001
umístění v půdním profilu	1	0,00	0,9458	23,20	<0,0001
Pokus č.*lokalita	3	5,55	0,0017	2,15	0,1011
Pokus č.*umístění v půdním profilu	1	0,02	0,8934	0,48	0,4918
lokalita*umístění v půdním profilu	3	1,47	0,2295	6,19	0,0008
Pokus č.*lokalita*umístění v půdním profilu	3	0,02	0,9972	4,08	0,0096
Chyba	75				
Celkem	90				



## 5.2 Výsledky pokusu provedeného v roce 2011

### 5.2.1 Rychlost úbytku bezpopelné sušiny

V Grafu č. 3 je znázorněn průměrný úbytek bezpopelné sušiny na jednotlivých lokalitách pro různá umístění v půdním profilu. Na lokalitách Mokré louky, Červené blato netěžené a Červené blato těžené byl nejvyšší úbytek bezpopelné sušiny v hloubce 5 cm pod povrchem. Pouze na Záblatských loukách byl nejvyšší průměrný úbytek bezpopelné sušiny v hloubce 10 cm pod povrchem půdy.



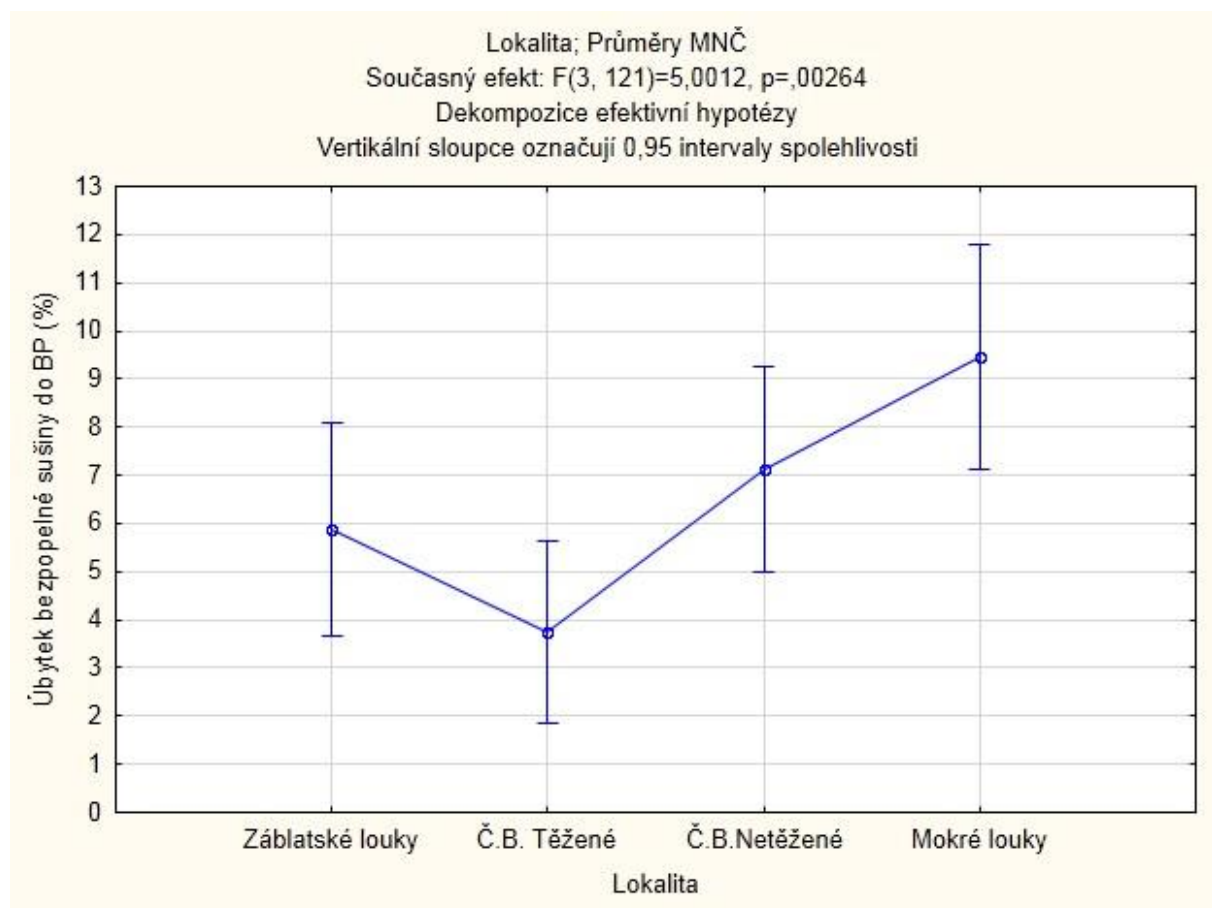
Graf č. 3: Průměrný úbytek bezpopelné sušiny (%) na lokalitách ve vztahu k umístění v půdním profilu v roce 2011.

V tabulce č. 3 jsou uvedeny výsledky statistické analýzy vlivu lokality a umístění v půdním profilu na obsah popela a úbytek bezpopelné sušiny v roce 2011. Hodnoty p menší než 0,0500 ukazují statisticky průkazný vliv studovaného parametru. Byl zjištěn průkazný vliv lokality a hloubky umístění vzorků v půdním profilu.

**Tabulka č. 3:** Výsledky statistického vyhodnocení vlivu lokality a umístění vzorků v půdním profilu na obsah popela a úbytek bezpopelné sušiny v roce 2010.

	Stupně volnosti	Obsah popela (%)	Obsah popela (%)	Úbytek bezpopelné sušiny (%)	Úbytek bezpopelné sušiny (%)
		F	p	F	p
Abs. člen	1	242,71	<0,0001	131,93	<0,0001
Lokalita	3	38,07	<0,0001	4,64	0,0043
Umístění v půdním profilu	4	8,75	<0,0001	4,64	0,0017
Lokalita*umístění v půdním profilu	12	4,10	<0,0001	0,54	0,8793
Chyba	105				
Celkem	124				

Na Grafu č. 4 jsou znázorněny průměrné úbytky bezpopelné sušiny na Záblatských loukách, Červeném blatu těženém, Červeném blatu netěženém a Mokřých loukách v roce 2011. Zřetelný rozdíl v úbytku bezpopelné sušiny byl zjištěn mezi lokalitami Červené blato těžené a Mokré louky. Největší úbytek bezpopelné sušiny byl na Mokřích loukách a nejmenší na Červeném blatu těženém.



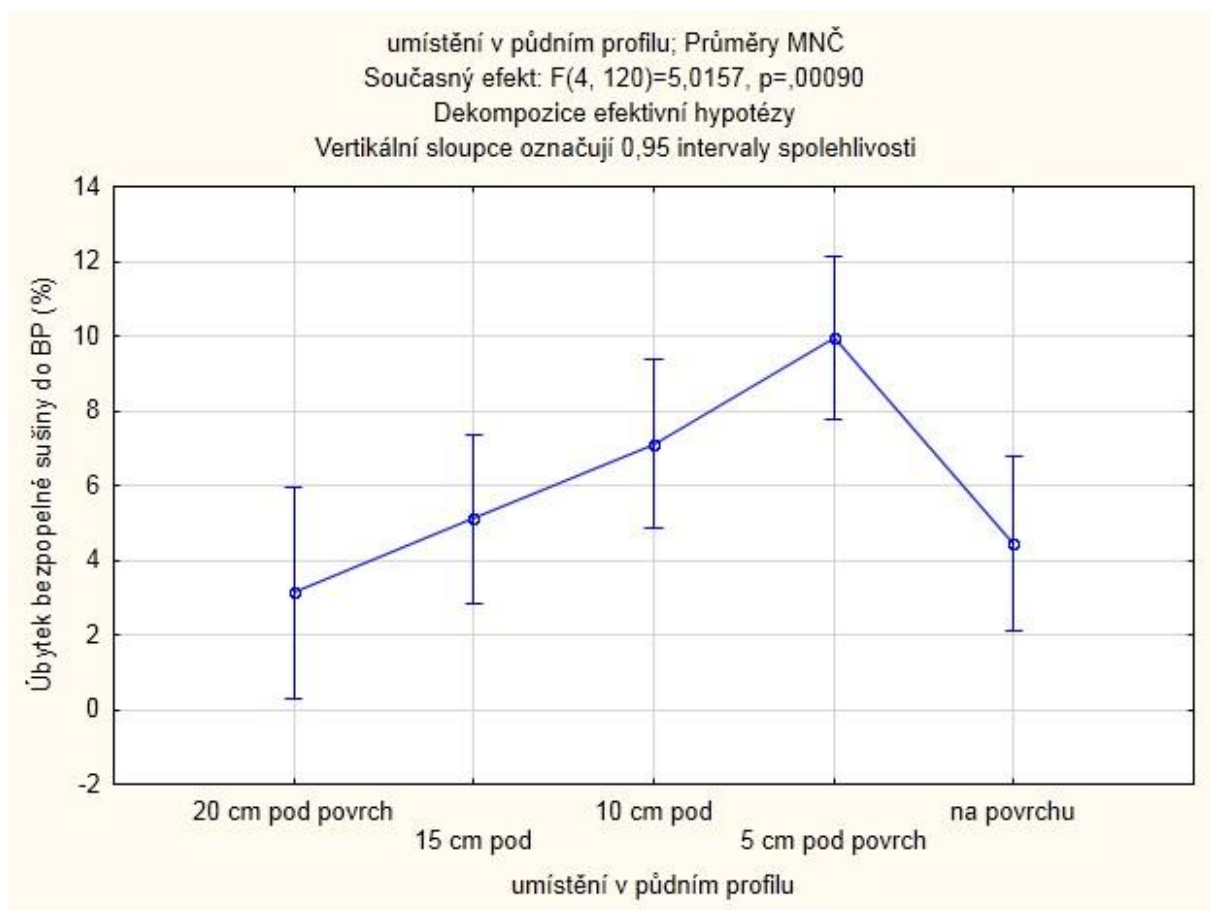
**Graf č. 4: Průměrný úbytek bezpopelné sušiny v (%) na lokalitách v roce 2011.**

V tabulce č. 4 jsou uvedeny výsledky Tukeyova testu pro průměrné hodnoty úbytku bezpopelné sušiny na lokalitách Záblatské louky, Červené blato těžené, Červené blato netěžené a Mokré louky. Čísla menší než 0,0500 jsou statisticky průkazná. Průkazný rozdíl v úbytku bezpopelné sušiny byl zjištěn mezi lokalitami Červené blato těžené a Mokré louky.

**Tabulka č. 4:** Tukeyův test pro úbytek bezpopelné sušiny na různých lokalitách v roce 2011.

	Lokalita	1	2	3	4
1	Záblatské louky		0,4796	0,8487	0,1159
2	Č.B. těžené	0,4796		0,0911	0,0010
3	Č.B. netěžené	0,8487	0,0911		0,4541
4	Mokré louky	0,1159	0,0010	0,4541	

V Grafu č. 5 je uveden úbytek bezpopelné sušiny ve vztahu k umístění v půdním profilu. K největšímu úbytku bezpopelné sušiny došlo v hloubce 0-5 cm pod povrchem půdy. Oproti tomu nižší úbytek bezpopelné sušiny byl v hloubkách 20 a 15 cm pod povrchem a na povrchu půdy.



**Graf č. 5: Průměrný úbytek bezpopelné sušiny v půdním profilu v roce 2011.**

V tabulce č. 5 jsou uvedeny výsledky Tukeyova post-hoc testu pro průměrné hodnoty úbytku bezpopelné sušiny v různých hloubkách půdního profilu. Hodnoty menší než 0,0500 ukazují průkazné rozdíly v úbytku bezpopelné sušiny. Průkazné rozdíly byly zjištěny mezi hloubkou 0-5 cm na jedné straně a hloubkami 15-20 cm a 10-15 cm na straně druhé. Dále se navzájem lišily hodnoty pro povrch půdy a hloubku 0-5 cm.

**Tabulka č. 5:** Tukeyův test pro úbytek celkové bezpopelné sušiny v různých hloubkách půdního profilu v roce 2011.

	Hloubka (cm)	1	2	3	4	5
1	15-20		0,8187	0,1953	0,0023	0,9527
2	10-15	0,8187		0,7200	0,0216	0,9951
3	5-10	0,1953	0,7200		0,3785	0,4882
4	0-5	0,0023	0,0216	0,3785		0,0078
5	na povrchu	0,9527	0,9951	0,4882	0,0078	

## **6 Diskuze**

### **6.1 Možné zdroje chyb**

Při hodnocení rychlosti dekompozice vzorků celulózy jsem počítala s hodnotami celkové i bezpopelné sušiny, zjištěné metodou pro ztráty vyžiháním. Jak ukázaly některé výsledky ztrát žiháním, obsah popelovin se mírně zvýšil pouze u některých vzorků. To je možné vysvětlit tím, že vzorky byly znečištěné od bahna, které nelze spálit. Proto se rychlost dekompozice počítala z úbytku bezpopelné (a nikoli celkové) sušiny.

Rozklad celulózy v půdě má většinou tři fáze. V první fázi, kdy rozkradači osidlují modelovou celulózu, je rychlost rozkladu nízká. Poté nastává fáze zvyšující se denní rychlosti rozkladu. Třetí fáze je charakteristická zřetelným poklesem rychlosti rozkladu. Nedoporučuje se vyjmát celulózu z půdy v první fázi rozkladu, kdy rozdíly mezi experimentálními variantami bývají malé. Experiment by měl být ukončen v průběhu druhé fáze, tj. v době nejvyšší rychlosti rozkladu. Doba expozice celulózy u srovnávaných experimentálních variant by měla být stejná nebo alespoň přibližně stejná.

Optimální dobu se nepodařilo dodržet ani v jednom z pokusů. V roce 2010 byly oba pokusy ukončeny později, než by bylo optimální. Některé vzorky se rozložily úplně. V dalším roce proto byla naplánována kratší doba expozice, která již byla dodržena. Protože však byl pokus zahájen až na podzim, rychlost rozkladu celulózy byla malá. Hodnoty úbytku bezpopelné sušiny byly jen o málo větší než chyba stanovení. Získané hodnoty je proto třeba považovat pouze za orientační.

### **6.2 Uspořádání pokusů**

Jedním z dílčích cílů mé bakalářské práce bylo ověření vhodné metody pro srovnání rychlosti dekompozice na různých mokřadních lokalitách. Proto se pro práci zvolilo v každém roce jiné uspořádání celulózových sáčků. V prvním roce (v prvním a druhém pokusu) byl do síťoviny všit pokaždé pouze jeden vzorek celulózy. Vzorky byly umístěny do dvou hloubek, a to na povrch a 5 cm pod povrch půdy. V druhém roce byl

zvolený jiný způsob umístování celulóзовých sáčků z důvodu rozšíření pokusu. Do jedné síťoviny bylo kolmo pod sebe všito 5 celulóзовých vzorků. Tím jsme při vkládání do půdy dosáhli hloubky vzorku až do 20 cm. Svrchní dva vzorky svým umístěním odpovídaly uspořádání pokusu v předchozím roce. Navíc byl pokus rozšířen ještě o další tři vzorky v hlubší části půdního profilu. Dekompoziční procesy tak mohly probíhat téměř tak, jak je tomu v přírodním prostředí u dekompozice biomasy. Působily tedy na ně stejné vnější faktory, například zaplavení, teplota, a aktivita různých druhů mikroorganismů.

### **6.3 Porovnání s výsledků z různých pokusů**

V roce 2010 pokusy probíhaly v období teplého počasí, což způsobilo, že rozklad celulóзы byl rychlý. Oproti tomu při třetím pokusu v roce 2011 bylo naopak chladné počasí, což způsobilo nízkou aktivitu mikroorganismů, a rozklad celulóзы byl tak velmi pomalý.

### **6.4 Porovnání výsledků z různých lokalit**

Celkově nejvyšší úbytek bezpopelné sušiny byl na Mokřých loukách, což svědčí o nejrychlejším rozkladu celulóзы. Oproti tomu nejnižší rychlost rozkladu celulóзы byla na Červeném blatu těžném. To mohlo být způsobeno tím, že povrch regenerujícího rašeliniště na Červeném blatu těžném byl v létě suchý, a proto byl rozklad limitován dostupností vody. Na Červeném blatu je také celkově větší zastínění než na Mokřých loukách, které nemají stromové patro. Nezastíněný povrch Mokřých luk se může více ohřívat. Teplota má na dekompozici a aktivitu mikroorganismů velký vliv.

### **6.5 Pokračování ve studiu pomocí metody celulóзовých sáčků**

Za předpokladu pokračování v této studii bych navrhovala použít vertikální uspořádání vzorků po pěti podobně jako v posledním pokusu. Mineralizační pochody probíhají především ve svrchní, 0–15 cm vrstvě půdy, kde je koncentrována rozhodující část kořenové hmoty a humusu. Sáčky bych instalovala i odebírala ve stejnou dobu na všech lokalitách. Nejvhodnější dobou pro instalaci by byl květen nebo červen, kdy je aktivita půdních mikroorganismů vysoká. Doba expozice by se měla pohybovat



v průměru mezi 3-6 týdny. Pokus bych provedla minimálně ve dvou opakováních. V době expozice celulózových sáčků by se na lokalitách měla měřit teplota alespoň na povrchu půdy.

## 7 Závěr

1. Pro účely měření rychlosti dekompozice byla použita metoda celulózových sáčků, které byly exponovány do různých hloubek půdního profilu na čtyřech lokalitách: Červené blato těžené a netěžené, Záblatské louky a Mokré louky u Třeboně. V práci jsou vyhodnoceny výsledky ze třech pokusů, které proběhly v létě roku 2010 a na podzim roku 2011.
2. Bylo zjištěno, že na rychlost rozkladných procesů mělo velký vliv umístění sáčků v půdním profilu. Největší úbytek bezpopelné sušiny byl zjištěn v hloubce 5 cm pod povrchem půdy.
3. Velký vliv na intenzitu rozkladných procesů mělo také roční období. V létě díky teplému počasí byly rozkladné procesy výrazně rychlejší než na podzim.
4. Největší rychlost rozkladu byla zjištěna na Mokřích loukách u Třeboně. Nejnižší rychlost rozkladu byla zjištěna na Červeném blatu netěženém.

## 8 Použitá literatura

*ANONYMOUS. Národní přírodní rezervace Červené blato* [online]. [cit. 2012-02- 15].

Dostupné z WWW:

<[http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=NPR\\_cervene\\_blat\\_o\\_cz](http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=NPR_cervene_blat_o_cz)>.

*ANONYMOUS. Správa CHKO Třeboňsko*, [online]. 2009 [cit. 2012-02- 15]. Výzkum.

Dostupné z WWW:

<[http://www.ochranaprirody.cz/wps/portal/cs/trebonsko/o-sprave-chko!/ut/p/c5/hc\\_LboMwEAXQL6psQ3gtDQYDefBIEOBNRRJquRi7LVWV8PUlu6pRIJnl0dXMBQwsq7ofwbtvoVUnQQOY\\_ZptCs-KrBWkXoVhsvZCu9wTICVo8favH0xr8crEfhUYkKIn6RQwLvVxuVOT03AhGnMSknKafSjjo5FmCRVhutc43MbyZVTONfcHeCrMlmsyqoOwvpo5L6QjYUIVqkW\\_2rxTOK0Do20UOrOra1A2X1A-iWj6PLsVCXJZ2vzN2WozAvWt78MP4c757\\_f9bg4fDIZgF-uxBx9jM\\_dD6f4Ce5YR-w!!/dl3/d3/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/](http://www.ochranaprirody.cz/wps/portal/cs/trebonsko/o-sprave-chko!/ut/p/c5/hc_LboMwEAXQL6psQ3gtDQYDefBIEOBNRRJquRi7LVWV8PUlu6pRIJnl0dXMBQwsq7ofwbtvoVUnQQOY_ZptCs-KrBWkXoVhsvZCu9wTICVo8favH0xr8crEfhUYkKIn6RQwLvVxuVOT03AhGnMSknKafSjjo5FmCRVhutc43MbyZVTONfcHeCrMlmsyqoOwvpo5L6QjYUIVqkW_2rxTOK0Do20UOrOra1A2X1A-iWj6PLsVCXJZ2vzN2WozAvWt78MP4c757_f9bg4fDIZgF-uxBx9jM_dD6f4Ce5YR-w!!/dl3/d3/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/)>.

*ANONYMOUS. Rybníkářství*, [online]. [cit. 2012-03- 09]. Dostupné z WWW:

<<http://www.trebon.cz/index.php/rybnikarstvi>>.

*ANONYMOUS. What are wetlands?*, [online]. [cit. 2012-02- 15]. Dostupné z WWW:

<[http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-about-faqs-what-are-wetlands/main/ramsar/1-36-37^7713\\_4000\\_0\\_\\_](http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-about-faqs-what-are-wetlands/main/ramsar/1-36-37^7713_4000_0__)>.

*ANONYMOUS. Zábłatské louky (přírodní rezervace)* [online]. [cit. 2012-03- 06].

Dostupné z WWW:

<<http://old.ochranaprirody.cz/trebonsko/index.php?cmd=page&id=1586&lang=cs>>.

*ANONYMOUS. Zlatá stoka*, [online]. [cit. 2012-03- 09]. Dostupné z WWW:

<<http://www.trebon.rybarstvi.cz/zlata-stoka>>.

- BARTÁK, M. *Ekologie řízených autotrofních ekosystémů*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2002. s. 67 - 247.
- BUREŠ, J.; *Vývoj zonace a sítě maloplošných zvláště chráněných území Třeboňska*. In POKORNÝ, J.; ŠULCOVÁ, J.; HÁTLE, M. *Třeboňsko 2000 - Ekologie a ekonomika Třeboňska po dvaceti letech*. Třeboň: ENKI o.p.s., 2000. s. 40 – 43. ISBN 80-238-6370-3.
- ČÍŽKOVÁ, H.; KVĚT, J.; COMÍN, F.; LAIHO, R.; POKORNÝ, J.; PITHART, D. *Mokřady a klimatická změna: Současný stav evropských mokřadů a jejich pravděpodobný vývoj v kontextu klimatických změn*. Blansko: Gill, s. r. o., 2011. s. 10.
- ČÍŽKOVÁ, H.; ŠANTRŮČKOVÁ, H. *Procesy spojené s eutrofizací mokřadů*. In *Živa*. Praha: Academia, Středisko společných činností AV ČR, v. v. i., 2006. s. 201-204.
- DOHNAL, Z.; KUNST, M.; MEJSTRÍK, V.; RAUČINA Š.; VYDRA. V. *Československá rašeliniště a slatiniště*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1965. s. 82 – 106.
- DVOŘÁK, J. (2002), *Význam a průběh dekompozičních procesů v mokřadech*. In KVĚT, J.; RAJCHARD, J. *Ekologie mokřadů*., 2004 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z WWW: <[http://www.eamos.cz/amos/kek/externi/kek\\_407/04/04.htm](http://www.eamos.cz/amos/kek/externi/kek_407/04/04.htm)>.
- DVOŘÁKOVÁ, K. *Ochrana mokřadů*. In KVĚT, J.; RAJCHARD, J. *Ekologie mokřadů*., 2004 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z WWW: < [http://www.eamos.cz/amos/kek/externi/kek\\_407/13/13.htm](http://www.eamos.cz/amos/kek/externi/kek_407/13/13.htm) >.

- DYKYJOVÁ, D. *Třeboňsko: Příroda a člověk v krajině pětileté růže*. Třeboň: Carpio, 2000. s. 17 – 101. ISBN 80-901945-8-3.
- EISELTOVÁ, M a J POKORNÝ. *Mokřady a klimatická změna: Ekologické funkce mokřadů - umí je člověk chránit a využít?*. Blansko: Gill, s. r. o., 2011. s. 11.
- FERDA, J.; HAVELKA F.; KUČERA S.; RÖSSLER J.; SPITZER K. *Ekologická optimalizace hospodaření v Chráněné krajinné oblasti a biosférickém fondu Třeboňsko*. Praha: Botanický ústav ČSAV, 1980. s. 67 – 79.
- HÁJEK, M.; HÁJKOVÁ, P.; HORSÁK, M. *Mokřady a klimatická změna: Vegetace lučních slatinných mokřadů ve vztahu k podmínkám prostředí a managementu*. Blansko: Gill, s. r. o., 2011. s. 51.
- HENDL, J.; *Přehled statistických metod zpracování dat*. Praha: Portál, s. r. o., 2004. s. 177 -200. ISBN 80-7178-820-1.
- CHYTL J.; HAKROVÁ P.; HUDEC K.; HUSÁK Š.; JANDOVÁ J.; PELLANTOVÁ J. *Mokřady České republiky – přehled vodních a mokřadních lokalit ČR.*, - Český ramsarský výbor, Mikulov, 1999. s. 68 – 70.
- JENÍK, J. Mokrý Louky u Třeboně: modelová lokalita biosférického fondu. In JENÍK, J.; KVĚT, J. *Studia zaplavovaných ekosystémů u Třeboně*. Praha: Academia, 1983. s. 176.
- KHOLOVÁ, H.; ČERVENÝ, J.; *Myslivost: Přírodní stanoviště*. In ČERVENÝ, J.; KAMLER, J.; KHOLOVÁ, H.; KOUBEK, P.; MARTÍNKOVÁ, N. Praha: OTTOVO NAKLADATELSTVÍ, s. r. o., 2010. s. 95 – 97. ISBN 978-80-7360-895-8.

- KRÁLOVÁ, M.; *Transformační procesy dusíku v půdní jílové frakci*. Praha: Academia nakladatelství Československé akademie věd, 1985. s. 86 – 88.
- KUČEROVÁ, A.; KUČERA, T.; HÁJEK, M.; RYBNÍČEK, K. *Rašelinné lesy – Blatkové bory*. In CHYTRÝ, M.; KUČERA, T.; KOČÍ, M.; GRULICH, V.; LUCTYK, P. *Katalog biotopů České republiky*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2010. s. 357 – 359. ISBN 978-80-87457-02-3.
- KUČEROVÁ, A.; REKTORIS, L.; ŠTĚCHOVÁ, T. *Mokřady a klimatická změna: Ekologie blatkových borů na Třeboňsku*. Blansko: Gill, s. r. o., 2011. s. 70.
- KVĚT, J.; *Místo Třeboňska ve světovém výzkumu mokřadních ekosystémů*. In POKORNÝ, J.; ŠULCOVÁ, J.; HÁTLE, M. *Třeboňsko 2000 - Ekologie a ekonomika Třeboňska po dvaceti letech*. Třeboň: ENKI o.p.s., 2000. s. 35 – 36. ISBN 80-238-6370-3.
- KVĚT, J.; JENÍK, J. *Perspektivy ekologického výzkumu Mokřých Luk u Třeboně*. In JENÍK, J.; KVĚT, J. *Studie zaplavovaných ekosystémů u Třeboně*. Praha: Akademia, 1983. s. 138 – 144.
- MATOUŠ, J.; *Vývoj využití rašeliny a rekultivace odtěžených rašelinišť v a.s. Rašelina*. In POKORNÝ, J.; ŠULCOVÁ, J.; HÁTLE, M. *Třeboňsko 2000 - Ekologie a ekonomika Třeboňska po dvaceti letech*. Třeboň: ENKI o.p.s., 2000. s. 218 – 220. ISBN 80-238-6370-3.
- MATOUŠ, J. *Rašeliniště a jejich racionální využití*. České Budějovice: Dům techniky ČSVTS, 1989. s.110 – 122.
- NĚMEČEK, J. *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. první. Praha: Tiskárna ÚJI a. s., Praha 5 - Zbraslav, 2001. s.10. ISBN 80-238-8061-6.

- NOVOTNÁ, D. A KOL. *Úvod do pojmosloví v ekologii krajiny*. Ministerstvo životního prostředí: ENIGMA, s. r. o., 2001. s. 48 - 187. ISBN 80-7212-192-8.
- PAVEL, L. A KOL. *Geologie a půdoznalství*. první. Praha: Vysoká škola zemědělská Praha ve Videopres MON, 1984. s.193 - 197.
- PLESNÍK, J.; POJER, F. *Mokřady a klimatická změna: Mokřady a změny podnebí: od vědy k praxi a zase zpátky*. Blansko: Gill, s. r. o., 2011. s. 17.
- POKORNÝ, J. *Úloha mokřadů v regulaci hydrologické bilance a biogeochemických cyklů v krajině*. In KVĚT, J.; RAJCHARD, J. *Ekologie mokřadů.*, 2004 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z WWW:  
< [http://www.eamos.cz/amos/kek/externi/kek\\_407/02/02.htm](http://www.eamos.cz/amos/kek/externi/kek_407/02/02.htm) >.
- POKORNÝ, J a P HESSLEROVÁ. *Mokřady a klimatická změna: Význam mokřadu pro lokální a regionální klima*. Blansko: Gill, s. r. o., 2011. s. 16.
- RAJCHARD, J.; BALOUNOVÁ, Z.; KVĚT, J.; ŠANTRŮČKOVÁ, H.; VYSLOUŽIL, D. *Ekologie III*. České Budějovice: KOPP, 2002. s. 163 – 165. ISBN 80-7232-191-9.
- REICHHOLF, J. *Pevninské vody a mokřady: Ekologie evropských sladkých vod, luhů a bažin*. první. Praha: IKAR Praha, s. r. o., 1998. s. 211 – 215. ISBN 80-7202-185-0.
- ÚLEHLOVÁ, B. *Rozkladači a rozkladné procesy v travinných ekosystémech*. In RYCHNOVSKÁ, M.; BALÁTOVÁ, E.; ÚLEHLOVÁ, B; PELIKÁN, J. *Ekologie lučních porostů*. Praha: Academia, 1985. s. 182 - 217.

VYMAZAL, J. *Chemismus a biogeochemické cykly v mokřadech*. In KVĚT, J.;  
RAJCHARD, J. *Ekologie mokřadů.*, 2004 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z WWW:  
<[http://www.eamos.cz/amos/kek/externi/kek\\_407/03/03.htm](http://www.eamos.cz/amos/kek/externi/kek_407/03/03.htm)>.



## 9 Přílohy

Příloha č. 1: Kůlky se vzorky z prvního a druhého pokusu



Příloha č. 2: Vzorek na povrchu půdy přikrytý vrstvou biomasy



**Příloha č. 3: Vzorek ze třetího pokusu při odběru z půdy na Červeném blatu těžném.**



**Příloha č. 4: Vzorek ze třetího pokusu při odběru z Červeného blata netěženého.**



**Příloha č. 5: Odběr vzorku ze třetího pokusu na Záblatských loukách.**



**Příloha č. 6: Odběr vzorku ze třetího pokusu na Mokrých loukách u Třeboně.**



**Příloha č. 7: Usušené vzorky zbylé celulózy.**



**Příloha č. 8: Zbylá usušená celulóza v kelímcích**



**Příloha č. 9: Zbytkový vzorek v kelímku vážený na analytických vahách.**



**Příloha č. 10: Kelímky se zbylou celulózou s alobalovými víčky.**



**Příloha č. 11: Spálená celulóza.**



Příloha č. 12: Popisné statistiky 2010

Pokus č.	Lokalita	Hloubka	N	Obsah popela (%)		Úbytek bezpopelné sušiny (%)	
				průměr	směrodatná odchylka	průměr	směrodatná odchylka
1	Červené blato netěžené	povrch	8	0,513	0,274	28,79	28,14
1	Červené blato netěžené	-5cm	7	0,257	0,147	81,49	15,01
1	Červené blato těžené	povrch	8	0,315	0,136	36,20	35,87
1	Červené blato těžené	-5cm	8	0,446	0,274	32,19	24,11
1	Mokrý louky	povrch	6	6,968	3,856	42,86	17,25
1	Mokrý louky	-5cm	4	5,858	3,321	76,90	17,80
1	Záblatské louky	povrch	5	0,726	0,445	84,08	9,58
1	Záblatské louky	-5cm	4	2,058	1,310	85,43	6,00
2	Červené blato netěžené	povrch	8	0,389	0,167	21,95	31,47
2	Červené blato netěžené	-5cm	7	0,240	0,192	77,31	16,68
2	Červené blato těžené	povrch	6	0,425	0,141	3,07	0,98
2	Červené blato těžené	-5cm	6	0,295	0,173	61,20	30,34
2	Mokrý louky	povrch	3	3,360	5,189	81,74	12,20
2	Mokrý louky	-5cm	3	2,107	1,829	94,76	6,13
2	Záblatské louky	povrch	2	1,120	1,400	87,93	16,09
2	Záblatské louky	-5cm	6	2,357	1,689	73,64	12,69



Příloha č. 13: Obsah popela a úbytek bezpopelné sušiny ve vzorcích celulózy na zkoumaných lokalitách v roce 2011.

Lokalita	Hloubka umístění v půdním profilu (cm)	N	Obsah popela (%)		Úbytek bezpopelné sušiny (%)	
			průměr	směrodatná odchylka	průměr	směrodatná odchylka
Záblatské louky	15-20	3	10,27	5,83	3,73	1,45
	10-15	7	6,17	1,81	4,88	4,90
	5-10	6	4,35	1,96	9,61	4,01
	0-5	7	5,16	2,06	7,02	4,68
	na povrchu	6	3,012	3,25	2,95	1,70
Červené blato těžené	15-20	7	1,35	0,19	0,96	0,93
	10-15	8	1,36	0,22	2,49	0,68
	5-10	8	1,46	0,19	4,01	4,93
	0-5	8	1,40	0,12	7,28	6,29
	na povrchu	8	1,47	0,10	3,64	1,19
Červené blato netěžené	15-20	3	4,85	2,32	2,85	3,04
	10-15	6	6,62	5,89	4,74	5,04
	5-10	7	3,58	3,45	6,20	7,98
	0-5	8	3,60	3,47	13,25	11,00
	na povrchu	7	3,62	2,19	4,91	2,31
Mokrý louky	15-20	4	27,26	16,89	6,64	5,95
	10-15	6	12,84	6,98	9,16	9,16
	5-10	6	9,38	5,18	9,85	8,30
	0-5	6	8,20	3,05	12,62	8,40
	na povrchu	4	6,10	1,12	7,53	3,58