

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: prof. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

### **Studium světelného mikroklimatu vybraného porostu v průběhu vegetace**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jakub Brom, Ph.D.**

Autor: **Martina Mráčková**

České Budějovice, duben 2011

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUĎEJOVICÍCH  
Zemědělská fakulta  
Akademický rok: 2009/2010

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

Jméno a příjmení: **Martina MRÁČKOVÁ**  
Osobní číslo: **Z08351**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Agroekologie**  
Název tématu: **Studium světelného mikroklimatu vybraného porostu  
v průběhu vegetace**  
Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

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

Práce bude mít část literární a část experimentálně popisnou. Náplní literární části bude vypracování literárního přehledu o problematice světelného mikroklimatu porostů a jeho vztahu k produkčním charakteristikám porostů. V experimentálně popisné části se student/studentka zaměří na praktické zvládnutí metodického postupu studia světelného mikroklimatu porostu ve vztahu k jeho produkčním parametrům. Hodnocení světelného mikroklimatu vybraného porostu bude vztaženo k jeho sezónní dynamice.

1. Vypracování literární rešerše problematiky světelného mikroklimatu porostů a jeho vztahu k produkčním charakteristikám porostů
2. Seznámení se se studovaným biotopem a praktické zvládnutí metodického postupu studia světelného mikroklimatu porostu ve vztahu k jeho produkčním parametrům.
3. Zpracování získaných dat a materiálů.
4. Adekvátní statistické vyhodnocení získaných údajů a dat.
5. Diskuse výsledků v širších souvislostech ekologické funkce vegetace a krajinných struktur a jejich sezónního vývoje.

Práce bude vypracována v rámci výzkumného záměru Zemědělské fakulty, MSM 6007665806.

Rozsah grafických prací: mapy, tabulky, grafy  
Rozsah pracovní zprávy: 40 stran včetně tabulek  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- Larcher W. (1988): Fyziologická ekologie rostlin. Academia, Praha.  
Jones H.G. (1992): Plants and microclimate. Second edition. Cambridge University Press. Cambridge.  
Westlake, D. F., Květ, J., Szczepański, A. [eds.] (1998): The production ecology of wetlands, The IBP Synthesis. Cambridge University Press, Cambridge.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jakub Brom, Ph.D.  
Katedra krajinného managementu

Datum zadání bakalářské práce: 22. března 2010

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2011

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13 ④  
370 05 České Budějovice

prof. Ing. Miloš v Šoch, CSc.  
děkan

L.S.

prof. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 22. března 2010

### **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 (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

**Datum:** .....

**Podpis:** .....

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Jakobovi Bromovi, Ph.D. za cenné rady, odborné připomínky, všestrannou pomoc při vypracování bakalářské práce a za zapůjčení odborné literatury.

Děkuji také Doc. RNDr. Haně Čížkové CSc. za poskytnutí doplňující literatury.

Dále děkuji společnosti ENKI o.p.s. za zapůjčení laboratoře a za poskytnutí naměřených hodnot jejich meteorologickou stanicí.

## Abstrakt

Cílem bakalářské práce byla analýza světelného mikroklimatu v závislosti na produkčních charakteristikách ostřicového porostu (*Carex acuta* L.) v průběhu vegetační sezóny. Byla analyzována světelná propustnost porostu ostřice štíhlé a její změny v průběhu vegetační sezóny. Dále byl hodnocen sezónní chod přicházejícího a odraženého slunečního záření včetně albeda. Byly hodnoceny sezónní změny v přírůstku nadzemní živé biomasy, množství sušiny ve vertikálním profilu porostu, distribuce listové pokrývnosti a změny extinkčního koeficientu v průběhu vegetační sezóny.

Studium světelného mikroklimatu a odběr biomasy byl prováděn na Mokřích Loukách u Třeboně ve výtopě rybníka Rožmberk. Největší zastoupení rostlinného druhu zde má ostřice štíhlá – *Carex acuta* L.

Zjištění relativní ozářenosti a prostupnosti světla bylo měřeno pyranometrem, a odběr nadzemní biomasy byl prováděn destruktivní metodou.

Z výsledků je patrné, že propustnost světla je nejvyšší na povrchu porostu a s klesající výškou se propustnost světla snižuje. V srpnu došlo k radikálnímu poklesu dopadu i odrazu slunečního záření z důvodu vyšší koncentrace vody v půdě i v ovzduší, což vedlo ke snížení albeda. Živé biomasy bylo naměřeno: v červenci 1820g, v srpnu 1670g a v září 1789g. Hodnoty LAI a sušiny zjištěné od července do září se postupně snižovaly a s narůstající měřenou vrstvou v porostu docházelo k poklesu množství sušiny i hodnot pokrývnosti listoví. Hodnoty extinkčního koeficientu se mění v závislosti na stáří porostu. Se stářím porostu se extinkční koeficient zvýšil až na hodnotu 200,38.

Bakalářská práce byla zpracována v rámci výzkumného záměru Zemědělské fakulty MSM 6007665806 "Trvale udržitelné způsoby zemědělského hospodaření v podhorských a horských oblastech zaměřené na vytváření souladu mezi jejich produkčním a mimo produkčním uplatněním".

**Klíčová slova:** Třeboňsko, mokřad, ostřice štíhlá, světelné mikroklima, primární produkce, extinkční koeficient, pokrývnost listoví.

## Abstract

The aim of Bachelor thesis is the analysis of light microclimate depending on the production profile of sedge vegetation ( *Carex acuta* L. ) during the growing season. The light transmission of the growth of sedge and its changes during the growing season were examined. Then the seasonal cycle of the incoming and reflected solar radiation, including the albedo was evaluated. The seasonal changes in increase of aboveground live biomass, the amount of dry matter in the vertical vegetation profile, the distribution of leaf covering and the extinction coefficient changes during the growing season were assessed.

The study of light microclimate and the biomass sampling was conducted in Mokré Louky near Třeboň close to pond Rožmberk. The largest representation of plant species has got Slender sedge – *Carex acuta* L. there.

The findings of relative insolation and light transmission was measured by pyranometer and the sampling of aboveground part was conducted by destructive method.

These results show that the transmission is the highest at the vegetation surface and it decreases with the declining height. In August there was a radical decrease in the impact and the reflection of solar radiation due to the higher concentration of water in the soil and air and this led to a reduction in albedo. Live biomass was measured: in July 1820g, in August 1670g and in September 1789g. The values of LAI and dry matter, recorded from July to September, were gradually decreasing and with the growing measured layer of growth there was a reduction in amount of dry matter and value of leaf area index. The extinction coefficient value varies depending on the age of stand. With the vegetation age the extinction coefficient increased up to 200,38.

The Bachelor Thesis was developed within the research project of Faculty of Agriculture MSM 6007665806 „ The sustainable methods of farming in the foothills and mountainous areas, aiming to create harmony between their production and non-production application“.

**Keywords:** Třeboňsko, wetland, slender sedge, light microclimate, primary production, extinction coefficient, leaf area index.

## Obsah:

1	Úvod.....	10
2	Literární přehled.....	11
2.1	Popis lokality.....	11
2.1.1	Třeboňsko.....	11
2.1.2	Mokré Louky u Třeboně .....	11
2.2	Popis studovaného biotopu .....	13
2.2.1	Mokřad, vegetace vysokých ostřic.....	13
2.3	Charakteristika ostřic .....	15
2.3.1	Botanické zařazení .....	15
2.3.2	Popis ostřice .....	15
2.3.3	Ostřice štíhlá ( <i>Carex acuta L.</i> ), ( <i>Carex gracilis Curtis.</i> ).....	18
2.4	Světlo, záření.....	18
2.4.1	Charakteristika sluneční energie .....	18
2.4.2	Záření a jeho vliv na rostliny .....	19
2.4.3	Rozdělení slunečního záření .....	19
2.4.4	Odraz, absorpce a transmise záření.....	21
2.4.5	Adaptace rostlin na záření.....	22
2.4.6	Ozářenost.....	24
2.5	Primární produkce.....	25
2.5.1	Hrubá primární produkce .....	26
2.5.2	Čistá primární produkce.....	26
2.5.3	Produkční rovnice hrubé a čisté primární produkce .....	26
2.5.4	Biomasa.....	27
2.5.5	Růstová analýza .....	27
2.5.6	Destruktivní a nedestruktivní stanovení nadzemní biomasy.....	28
2.5.7	Index listové plochy (LAI = pokryvnost listoví) .....	28
2.5.8	Abiotické a biotické faktory.....	29
2.6	Sekundární produkce.....	30
3	Materiál a metody .....	31
3.1	Měření relativní ozářenosti a prostupnosti světla porostem.....	31
3.2	Odběr biomasy – destruktivní metodou .....	32
4	Výsledky .....	33



5	Diskuse.....	38
6	Závěr .....	41
7	Literatura.....	42
7.1	Přehled použité literatury .....	42
7.2	Přehled použitých www stránek .....	44
8	Příloha .....	46

# 1 Úvod

Základním tématem této práce je světlo v porostu. Světlo patří mezi nejdůležitější ekologické faktory. Tato práce se zabývá tím, kolik světla dopadne do určitých vrstev rostlinného porostu a jaké množství je propuštěno přes rostlinný porost až na povrch půdy.

Práce pojednává o živé biomase odebrané z Mokřých Luk u Třeboně a o tvorbě sušiny stanovené z odebírané biomasy. Dále práce ukazuje, jak se mění extinkční koeficient v závislosti na pokryvnosti listoví a průniku světla do porostu.

Odběry byly provedeny na konci července dne 27. 7. 2010, v polovině srpna dne 12.8.2010 a v polovině září a to dne 15.9.2010. Vrchol sezóny pro tvorbu biomasy v ostřicovém porostu začíná koncem června a začátkem července. Měření v této práci bylo započato až koncem července, proto vrchol sezóny zde není zahrnut.

Cíle práce jsou stanoveny následovně:

- Zpracovat literární přehled
- Zjistit kolik světla prostoupí do vrstev porostu
- Analyzovat průběh odrazu, dopadu slunečního záření a albeda od začátku dubna do konce září
- Zhodnotit sezónní změny v přírůstku živé biomasy
- Porovnat množství sušiny ve vrstvách porostu a za měřenou sezónu
- Vypočítat a porovnat LAI (pokryvnost listoví) v sezóně a v určitých vrstvách porostu
- Vypočítat a zjistit změny extinkčního koeficientu v měřené sezóně

## 2 Literární přehled

### 2.1 Popis lokality

#### 2.1.1 Třeboňsko

Třeboňsko a hlavně Třeboňská pánev patří k nejvíce zamokřenému území střední Evropy. Mokřady zde tvoří minimálně 20 % z rozlohy CHKO (chráněná krajinná oblast – vyhlášena roku 1979) a BR (biosférická rezervace – vyhlášena v roce 1977), (KVĚT 2000).

Zde se nacházejí dva mokřady s mezinárodním významem. Jsou to Třeboňské rybníky s rozlohou 10 165ha, které byly zapsány do seznamu Ramsarské úmluvy v roce 1990, a Třeboňská rašeliniště s rozlohou 1 100ha, zapsané do seznamu v roce 1993. Z celé České republiky je do seznamu Ramsarské úmluvy zahrnuto 10 lokalit (KVĚT 2000).

Třeboňsko patří mezi evropsky významné lokality, neboť je zde podle soustavy chráněných území (NATURA 2000) vyhlášena ptačí oblast. V této oblasti hnízdí více než 150 druhů ptáků. Z celosvětově významných druhů to je orel mořský (*Haliaeetus albicilla*), chřástal polní (*Crex crex*) a polák malý (*Aythya nyroca*), jeho hnízdění však od šedesátých let nebylo prokázáno (HORA 2000).

#### 2.1.2 Mokré Louky u Třeboně

Na východním okraji Třeboně v širokém pruhu od Zámeckého polesí směrem k rybníku Rožmberku se nachází mokřadní plocha nazývaná „Mokré Louky“ s rozlohou 450 ha. Mokré Louky tvoří severní výběžek rozsáhlého komplexu rašelinišť. Jedná se o úvalovitou sníženinu s vrstvou humulitů, které se zde vytvořili v holocénu z přirozených zbytků slatinišť, olšin a vrchovišť (JENÍK, KVĚT 1983).

Mokré Louky prošly i opakovanými vodohospodářskými úpravami, zejména ve spojení s velkými hydrotechnickými díly Mikuláše Rudharta, Štěpánka Netolického a Jakuba Krčina z Jelčan. Docházelo k narušení a pozměnění hydrologických sítí. Přesto prostřední stoka se stále drží nejbližší linie původního potoka v ose Mokřých Luk. Pod vlivem blízkého města, zemědělství a vodohospodářských úprav bylo postupně pozměněno původní rostlinné společenstvo (JENÍK, KVĚT 1983).

### **2.1.2.1 Geologická a pedologická charakteristika**

Podloží humolitů Mokřých Luk je tvořeno převážně čtvrtohorními fluvialními písky, hlouběji jsou uloženy nepropustné jíly klikovského souvrství, které vystupují na povrch u velkovýkrmy Gigant a u samoty Sv. Vít (JENÍK, KVĚT 1983). Díky málo propustnému podloží byla oblast dnešních Mokřých Luk pozdního glaciálu trvale střediskem mokřadů, které byly napájeny deštěm, povrchovými vodami a výstupnými prameny. V tomto neodvodněném prostředí se vyskytovala vodní a bažinná vegetace, jež hromadila vrstvy slatiny, které výjimečně dosahovali až do výšky 9m (JENÍK, KVĚT 1983).

### **2.1.2.2 Klimatické podmínky**

Klimatické podmínky jsou zde různorodé, přesto charakteristické pro kontinentální podnebí. Subatlantické klima se vyznačuje tím, že roční průměrná teplota vzduchu je 7,8°C, průměrné roční srážky jsou 625mm a průměrná roční vlhkost je 79 % (ONDOK 1977). Leden je nejchladnější měsíc (měsíční průměr -2,2°C) a červenec je nejteplejší měsíc (měsíční průměr 17,7°C). Nejmokřejší měsíc je zde červenec s 94mm a nejsušší měsíc je leden s průměrnými srážkovými úhrny 30mm. Průměrná roční délka slunečního záření je 1 641h a průměrná globální radiace za vegetační období od 15.dubna do 15.října je 2 568KJ.m<sup>-2</sup> (ONDOK 1977).

### **2.1.2.3 Hydrologické podmínky**

Mokré Louky byly kromě každoročních přirozených povodní katastroficky postiženy záplavami po založení rybníku Hradeček, Svět a Spolský. Rybník Hradeček byl zrušen s důvodů častého protržení hráze při povodních. Až při dostavění rybníka Rožmberk došlo k ustálení rostlinných druhů na Mokřých Loukách. Nyní se zde vyskytují pouze sezónní záplavy při jarním tání sněhu nebo po letních deštích. Dále pokles a navýšení vody v mokřadu určuje množství podzemní vody (JENÍK, KVĚT 1983).

### **2.1.2.4 Fauna a flóra**

Podle POKORNÉHO A KUČEROVÉ (2000) na Mokřích Loukách převažuje porost vysokých ostřic např. ostřice štíhlá (*Carex gracilis*), ostřice měchýřkatá (*Carex vesicaria*), zblochan vodní (*Glyceria aquatica*), třtina šedavá

(*Calamagrostis canescens*) a další. Taktéž je tu často zastoupen porost vrby popelavé (*Salix cinerea*).

Faunu tady zastupují hlavně střeplíkovití brouci, pavouci, rejsci, hraboši, myšice a mnoho hnízdících ptáků (JENÍK, KVĚT 1983).

## 2.2 Popis studovaného biotopu

### 2.2.1 Mokřad, vegetace vysokých ostřic

Strukturu vegetace vysokých ostřic často určuje jediný dominantní druh vyššího bylinného patra, to můžeme také nazvat jako jednopatrové bylinné společenstvo, zatím co nižší bylinné patro, může být vlivem nedostatku světla i porostu dosti potlačené. Mechy jsou zde zastoupené nepatrně nebo úplně chybí. V ostřicových porostech se objevuje vyšší podíl odumřelých starých listů, které mohou také nižší patro potlačit (CHYTRÝ 2001).

Vegetace vysokých ostřic se váže na různé typy mokřadů. Především to jsou břehy a mělké pobřežní zóny rybníků, mrtvých ramen a tůň v pokročilém stádiu sukcese, říční náplavy, okraje vodních toků a bažiny, ale také mokré louky, opuštěné pískovny a lomy (CHYTRÝ 2001). Výška vodního sloupce zpravidla výrazně kolísá během vegetačního období a přes léto ostřicové porosty zcela vysychají. Dlouhodobý nedostatek vody má za následek ochuzení porostu o citlivé vlhkomilné druhy a naopak sem pronikají spíše druhy ruderalní. Substrátem jsou těžké jílovité oglejené půdy, na povrchu často se silnou vrstvou sedimentu v různých fázích rozkladu, se střední až vysokou zásobou živin. Půdní reakce je mírně zásaditá až kyselá (CHYTRÝ 2001; RYBNÍČEK, BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ, NEUHÄUSL 1984).

Na ostřicovém stanovišti dochází k většímu přísunu živin, nemusí to ovšem platit pro každé stanoviště. Z živin je nejvíce zastoupený dusík, který napomáhá růstu rostlin a nebrání rozkladu organické hmoty. Ve vyšším stádiu sukcese dochází k tvorbě nové zeminy a to vede k zazemňování případné vodní plochy. Tyto podmínky jsou vhodné jak pro tvorbu nových rostlin ostřice, tak i pro růst a vývin olšiny a křovité vrbiny (SÁDLO, STORCH 1999).

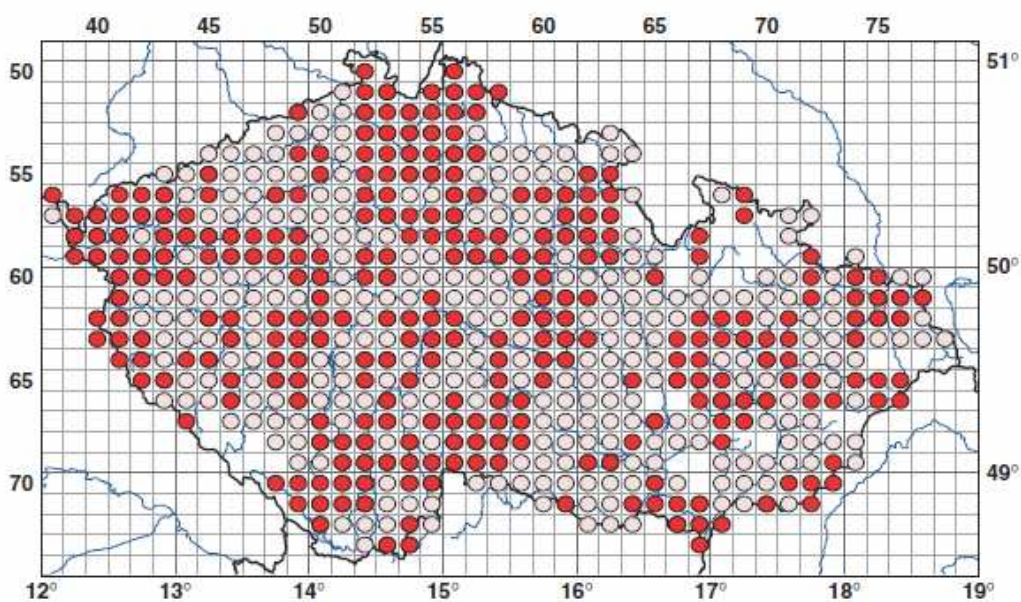
Podle ŠANTRŮČKA (2001) v porostu ostřic převládají převážně druhy: ostřice ostrá (*Carex acutiformis*), ostřice štíhlá (*Carex acuta*), ostřice měchýřkatá (*Carex vesicaria*) a ostřice latnatá (*Carex paniculata*). CHYTRÝ (2001) uvádí taktéž ostřici ostrou (*Carex acutiformis*), ostřici štíhlou (*Carex acuta*), ale naopak místo

ostřice měchýřkaté (*Carex vesicaria*) a ostřice latnaté (*Carex paniculata*) publikuje ostřici odchylnou (*Carex appropinquata*) a ostřici trsnatou (*Carex cespitosa*).

Vegetace vysokých ostřic je rozšířena po celém území ČR viz. obr.1. Z mapy České republiky je jasně čitelné, že nejvyššího zastoupení ostřicových porostů nalezneme v Libereckém kraji, dále pak v jihočeském a karlovarském kraji a také se ostřice hojně vyskytuje i na Vysočině.

Ve střední Evropě se vyskytuje hlavně v oblasti řek a jezer a vlhkých až mokřiných loukách. Nalézt ji můžeme v severní Francii, v Chorvatsku, Srbsku, Rumunsku, na severu Polska, v Litvě i Lotyšsku, v jižní Skandinávii, v severní Ukrajině a jižním Bělorusku. Kromě Evropy se nachází i v severní Africe, severní Americe a západní a severní Asii (WEB 1 a 2).

REICHHOLF (1998) ve své publikaci uvedl, že v minulém století se převážně mokré oblasti odvodňovaly a tvořily tak výborné podmínky pro zemědělské účely. Přeměna zamokřeným oblastí na ornou půdu se postupem času změnila na nevyhovující, neboť zde nebylo dostatek minerálních látek a výnosy z takto ošetřených ploch klesaly.



*Doložené a předpokládané rozšíření vegetace vysokých ostřic.*

**Obr. 1:** Rozšíření vysokých ostřic na území ČR (CHYTRÝ 2001)

## 2.3 Charakteristika ostřic

### 2.3.1 Botanické zařazení

- Říše: rostliny (*Plantae*)
- Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)
- Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)
- Třída: jednoděložné (*Liliopsida*)
- Řád: lipnicotvaré (*Poales*)
- Čeleď: šáchorovité (*Cyperaceae*)
- Rod: ostřice (*Carex*)

V současnosti je známo cca 2 000 zástupců rodu *Carex* sp.

### 2.3.2 Popis ostřice

Ostřice se zařazují do skupiny vytrvalých rostlin. Jde o rostliny trávovitého vzhledu, které vytvářejí husté trsy až buly, jindy mohou tvořit výběžky. Vytrvávají na stanovišti oddenkem, který se vyvíjí v určitých cyklech (ŘEPKA 2007).

Typy výhonků rozděluje ŘEPKA (2007) na tři druhy:

1. druhy s apogeotropními výhony (většinou u trsnatých ostřic) tvoří výhony, které brzy směřují vertikálně vzhůru.
2. druhy s diageotropními výhony mají horizontálně rostoucí rozvětvené nebo nerozvětvené výhony (oddenky).
3. druhy s kasoapogeotropními výhony tvoří z mateřského výhonu primárně šikmo vzhůru rostoucí dceřiný výhon.

**Habitus** podle ŘEPKY (2007) rozlišujeme dle vzájemného poměru a délky oddenku na:

1. s plazivými a dlouze plazivými oddenky;
2. druhy s prodlouženými oddenky, které tvoří volné trsy;
3. druhy s krátkými oddenky.

**Stavba kořenů** je důležitým znakem. Přesto z větší části tvar, sílu a délku kořenů ovlivňuje dané stanoviště (PODUBSKÝ 1948).

**Lodyhy** jsou olistěné, většinou trojhranné vzácně oblé. **Listy** jsou bazální i lodyžní, přisedlé, střídavé, s listovými pochvami. Na bázi vrchní strany listu se nachází jazýček. Čepele listu jsou čárkovité, 2cm široké, ploché či žlábkovité nebo

seskládané do písmene M. Tvary listů se liší podle druhu ostřice (WEB 3, Peter W. Ball & A. A. Reznicek).

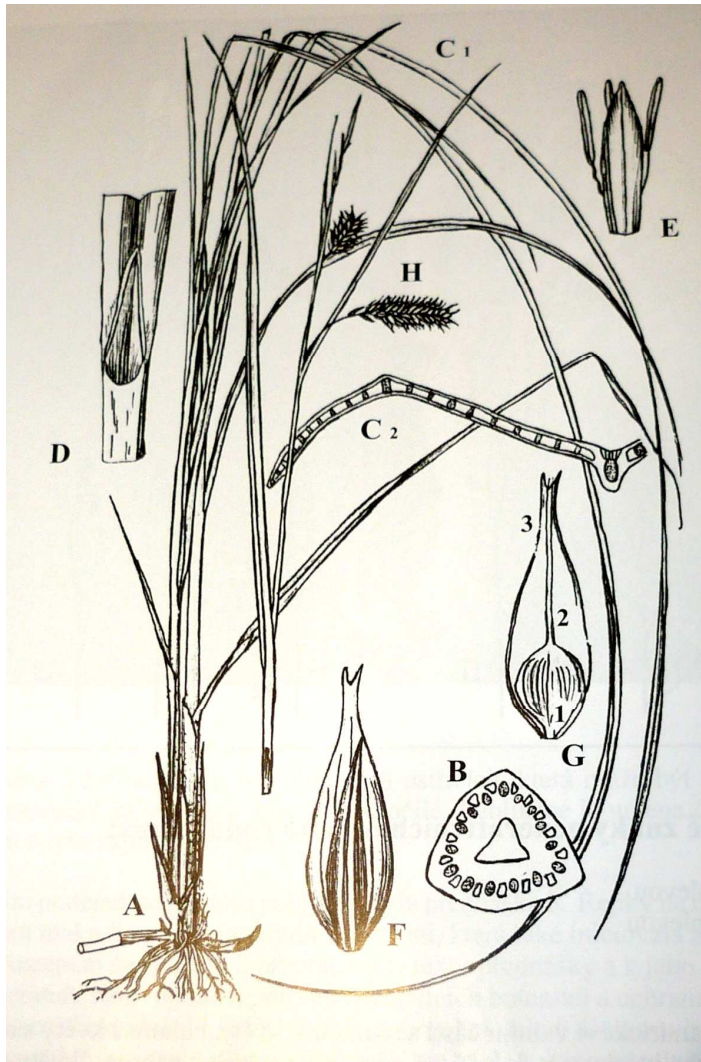
**Květy** podle ŘEPKY (2007) jsou jednopohlavné, podepřené listenem (plevou). Samčí i samičí květy jsou uspořádány do klásku. V klásku může být jedno nebo i obě pohlaví. Klásky skládají klasovitá až latnatá květenství s výjimkou skupiny jednoklasých druhů. Uspořádání květů v kláscích a klásků v květenství je typické pro určité druhy. Ve střední Evropě rozlišujeme tři skupiny:

1. Jednoklasé ostřice včetně dvoudomých – mají na vrcholu lodyhy jeden jediný klásek, který je tvořen z části samčími a ze zbylé části samičími květy. Dvoudomé mají květy jen jednoho pohlaví tvořící jednopohlavné klásky na samostatných rostlinách.
2. Stejnoklasé ostřice – mají ve všech kláscích jak květy samčí, tak květy samičí specificky uspořádané do jednoho květenství až na výjimky.
3. Různoklasé ostřice – mají pouze jednopohlavné klásky tzn. vrcholový klásek je samčí a postranní jsou samičí.

Dále záleží na tvaru a délce klásků, barvě jejich plev a rozmístění samčích a samičích klásků. Délku květenství, počet a velikost klásků převážně ovlivňuje dané prostředí. Tyčinky jsou většinou tři, blizny bývají dvě až tři. Okvětí u ostřic chybí.

**Plodem** je nažka, která spolu s obalem listeny tvoří mošničku. Mošničku podepírá pleva (PODUBSKÝ 1948; ŘEPKA 2007; a WEB 3 o flóře severní Ameriky).





**Obr. 2:** Základní morfologické znaky rodu *Carex* – různoklasá ostřice (ŘEPKA 2007)

A – dolní (bazální) pochvy se síťkou na okraji a výběžek plazivého oddenku

B – příčný průřez lodyhou

C<sub>1</sub> – list

C<sub>2</sub> – příčný průřez listem

D – zakončení pochvy lodyžního listu; blanitý prodloužený jazýček

E – plevy a prašníky samčího květu

F – plevy samičího květu a dozrávající mošnička

G<sub>1</sub> – nažka uvnitř zralé nafouklé mošničky

G<sub>2</sub> – čnělka

H – samčí klásky, samičí klásek s dozrávajícími mošničkami

### 2.3.3 Ostřice štíhlá (*Carex acuta L.*), (*Carex gracilis Curtis.*)

ŘEPKA (2007) uvádí, že lodyha je přímá 30 – 120cm vysoká v dolní 1/3 olistěná a na průřezu tupě trojboká. Petr Hrbáč (2009) na www stránkách společně s Zdeňkem Pazderou (2005) doplňují, že se jedná o rostlinu vytrvalou, trsnatou s dlouhým plazivým a dlouze výběžkatým oddenkem. Autoři se dále shodují na tvaru listu, který je stejně dlouhý nebo delší než lodyha, asi 2mm široký, šedozelené až tmavozelené barvy, žlábkovitý s dlouhou, tenkou, trojhrannou špičkou. Pochva je hnědé barvy. Květenství se skládá ze 3 – 7 klasů, dlouhé 10 – 30cm. Dolní klásky jsou často stopkaté, listen dolního klásku je delší. Mošničky jsou oválné až obvejčité, oboustranně vypouklé, bělavě zelené až hnědé barvy s krátkým nerozeklaným zobánkem. Kveté v květnu až červnu.

## 2.4 Světlo, záření

### 2.4.1 Charakteristika sluneční energie

Na každý čtvereční metr naší krajiny, povrchu budov, silnice, porostu nebo vodní hladiny dopadá v našich podmínkách za jeden rok přibližně 1 200kWh sluneční energie (JIRKA 1999). Sluneční záření, které dopadne na povrch Země nazýváme zářením globálním, které se skládá ze dvou složek: přímé a difusní (MONTEITH, UNSWORTH 1990). Přímé záření tvoří rovnoběžné paprsky, které přicházejí přímo od slunce, popř. se lámou po průchodu atmosférou. Toto přímé záření na rozdíl od difusního záření vytváří stín. Difusní záření neboli rozptýlené vzniká rozptylem slunečního záření na atmosférických plynech, pevných a kapalných látkách (např. mraky, oblaka, prachové částice, O<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, atd.). Obě složky tohoto záření jsou zastoupeny u denního světla a jejich poměr se velice často mění (MORAVEC 1994; PETR 1987).

Sluneční energie je nezávisle proměnou složkou ekosystému. Do ekosystému dopadající záření nezávisí na vlastnostech biotopu ani na činnosti organismů. K povrchu atmosféry na plochu kolmou ke směru dopadajících paprsků se během dne dostává slunečního záření o průměrné hustotě  $1,38\text{kJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  to se rovná  $1,38\text{kW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Tuto hodnotu nazýváme sluneční (solární) konstantou (SLAVÍKOVÁ 1986). Solární konstanta je ovlivňována dráhou a rotací Země a jejími změnami v čase, sluneční aktivitou atd. (KLABZUBA, KOŽNAROVÁ 1991).

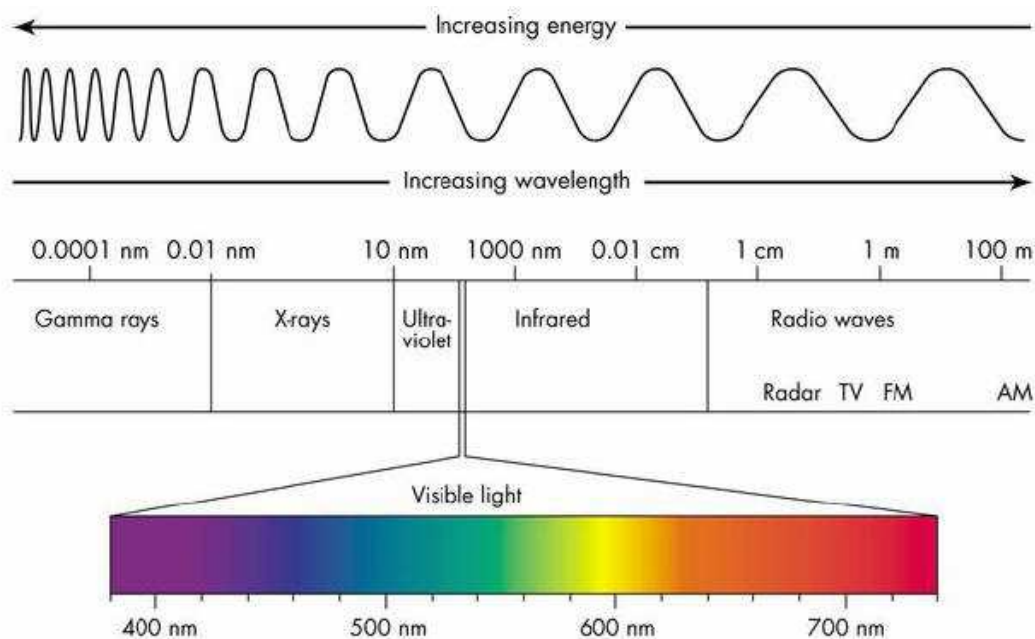
Slunečné záření se pohybuje v oblasti vlnových délek 280 až 3 000nm. Od atmosféry Země se z původních 100 % odrazí přibližně 8 % a od mraků se odrazí 25 % záření zpět do prostoru (SLAVÍKOVÁ 1986). Další 16 % je absorbováno atmosférou a je přeměněno na teplo (SLAVÍKOVÁ 1986). Na povrch Země ozářeným sluncem dopadá 51 % slunečního záření z toho 24 % přímého záření, 16 % rozptýleného od mraků a 11 % tvoří difúzní záření rozptýlené atmosférou (PROCHÁZKA 1998).

#### 2.4.2 Záření a jeho vliv na rostliny

Podle JONES (1992) existují čtyři hlavní způsoby, jak záření ovlivňuje život rostlin: **1. Tepelné účinky** - záření je hlavní způsob výměny energie mezi rostlinami a vzdušným prostředím. Sluneční záření poskytuje hlavní energetický vstup do porostu, a většina z této energie je přeměněna na teplo. **2. Fotosyntéza** - některé sluneční záření absorbované rostlinami se používá pro syntézu energeticky bohatých chemických vazeb a na redukci sloučenin uhlíku. **3. Ontogeneze**. Množství a spektrální složení krátkovlnného záření hraje důležitou roli v regulaci růstu a vývoje rostlin. **4. Mutogeneze** je způsobena zářením velmi krátkých vln, včetně ultrafialového záření a X- a  $\gamma$ -záření. Toto záření může mít škodlivé účinky na živé buňky, zvláště pak může mít vliv na strukturu genetického materiálu a způsobuje mutace.

#### 2.4.3 Rozdělení slunečního záření

Základní charakteristikou elektromagnetického vlnění je tzv. vlnová délka, označovaná většinou  $\lambda$  (lambda) a je měřena ve vhodných délkových jednotkách (v případě viditelného světla nanometry, tj.  $10^{-9}$ m). Vlnová délka určuje vzdálenost mezi dvěma vrcholy vln. Analogickou veličinou je frekvence – veličina říkající nám, kolikrát vlna kmitne za 1 sekundu. Na základě vlnových délek a intenzity záření lze rozdělit záření na elektromagnetické spektrum (obr. 3),(WEB 5).



**Obr. 3:** Světelné spektrum elektromagnetického vlnění. Oblast 400 – 700 nm odpovídá oblasti viditelného záření, tedy světla. Na měřítku dole je vidět barva odpovídající příslušné vlnové délce ve viditelném spektru záření (WEB 6)

#### 2.4.3.1 Ultrafialové záření

Jeho vlnová délka je v rozmezí 290-380nm. Podíl UV záření, které dopadne na povrch Země činí přibližně 9 %. Nízký podíl je dán značným pohlcením UV záření v ionosféře a následně v ozonoféře. Obě tyto vrstvy tvoří ochranu biosféry před jeho negativními vlivy. Další jeho část je postupně pohlcována při průchodu atmosférou, tudíž jeho na horách více než v nížinách (BLÁHA a kol. 2003).

UV záření může rostliny poškozovat. Příznakem takového poškození je například pokles fotosyntetické kapacity, porucha růstových procesů, objevení genových mutací a popřípadě i smrt buňky. Před tímto poškozením jsou vyšší rostliny z větší části chráněny, neboť jejich pokožka UV záření silně absorbuje. Naproti tomu stélkaté rostliny a zvláště jednobuněčné jsou značně ohroženy (LARCHER 1988; BLÁHA a kol. 2003).

#### 2.4.3.2 Viditelné záření

Viditelné záření s vlnovou délkou 380-710nm nalezneme po ultrafialovém záření. Je to přímý zdroj pro fotosyntézu zelených rostlin. Toto záření je viditelné pro lidské oko.

Zaujímá 45-ti % podíl na dopadajícím záření. Rozsahu tohoto záření odpovídá přibližně také fotosynteticky aktivní záření (FAR). FAR je jediným přímo

využitelným zdrojem energie pro primární produkci začínající fotochemickými ději fotosyntézy (SLAVÍKOVÁ 1986).

PROCHÁZKA a kolektiv (1998) uvádí, že vlnová délka FAR je 400-700nm.

### 2.4.3.3 Infračervené záření

Infračervené záření (IR) o délce 800-5 000nm. Nejvýznamnější zdroj tepla pro organismy. Tvoří přibližně 46 % záření dopadajícího na povrch Země (WEB 7).

IR záření se může rozdělovat podle WEBU 7 o infračerveném záření např. dle vlnové délky na: blízké infračervené záření neboli **NIR**, IR krátké vlnové délky neboli **SWIR**, IR střední vlnové délky neboli **MWIR**, IR dlouhé vlnové délky neboli **LWIR**, dlouhé infračervené záření neboli **TIR**.

### 2.4.4 Odraz, absorpce a transmise záření

Rostlinný povrch část slunečního záření odrazí (reflexe, odraz), část je absorbována (absorpce) a poslední část je propuštěna (transmise). Velikost odrazu, absorpce a transmise rostlinného pletiva záleží na vlnové délce záření (SLAVÍKOVÁ 1986).

- **Odraz**

Odraz nebo také reflexe je v blízké infračervené oblasti nejvyšší. Listy odrážejí až 70 % záření, které dopadne kolmo na povrch rostliny. Ve viditelné oblasti odrážejí listy 6-12 %. Odraz zeleného světla je 10-12 %. U oranžového a červeného světla, dosahuje odraz jen 3 -10 %. Ultrafialové záření se odráží jen nepatrně do 3%. Schopnost odrážet světlo záleží na mnoha faktorech např.: na povrchu listové plochy – hladké listy, matné listy, na hustotě trichomů, atd. (LARCHER 1988).

- **Absorpce**

SLAVÍKOVÁ (1986) uvádí, že část záření je listem absorbována. U infračerveného záření je pohlceno 97 %, které zbylo po odražení. V oblasti viditelného světla závisí absorpce především na množství pigmentových skvrn v listových buňkách. Z této energie je využito asi 1 % pro fotosyntézu. Ultrafialové záření je absorbováno již v epidermálních buňkách listu, které tvoří ochranou vrstvu před jeho škodlivým působením. Většina absorbované energie je přeměněna na teplo.

Podle NÁTRA (2002) list absorbuje největší část záření v ultrafialové oblasti (až 99 %) ve fotosynteticky aktivní oblasti je maximální absorpce v modrofialové

a červenooranžové části spektra, kde je pohlceno až 90 % záření. Minimum absorpce je v zelené oblasti, kde je pohlceno 50 %. U infračerveného záření je to jen 5-25 %.

- **Transmise**

Záření, které prochází listem je následkem selektivní absorpce složeno převážně z viditelné části spektra. Množství energie, která projde listem je ovlivněno převážně tloušťkou a strukturou listů. Tenké listy propouštějí až 40 % dopadajícího záření, středně silné 10-20 %, a silné listy nemusejí propouštět záření vůbec. Transmise je největší ve vlnovém rozsahu, v němž je velký odraz a to je především u infračerveného záření (SLAVÍKOVÁ 1986).

### **2.4.5 Adaptace rostlin na záření**

Podle SLAVÍKOVÉ (1986) A MORAVCE (1994) můžeme rostliny rozdělit podle relativního ozáření na:

1. Heliofyty (světlomilné rostliny). Tyto rostliny nalezneme na zcela nezastíněných stanovištích se 100 % relativním ozářením.
2. Heliosciofyty. Tato skupina rostlin snáší jak 100 % ozáření, tak i zastínění v různém poměru. Sem patří převážně travinné a lesní společenstva.
3. Sciofyty jsou stínobytné rostliny. Ty nalezneme pouze na zastíněných místech. Z toho vyplývá, že jejich horní hranice relativního ozáření je vždy pod 100 %.

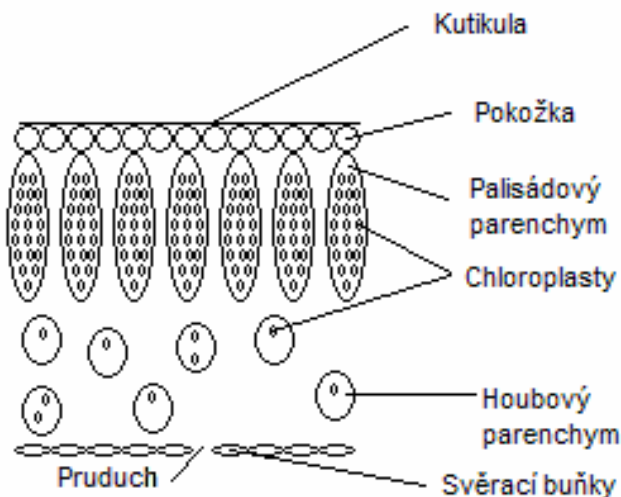
Za fylogenetickou adaptaci na nedostatek světla se může také pokládat vznik liánovitěho vzrůstu rostlin, různé formy epifytismu nebo vznik heterotrofních typů rostlin z autotrofních ztrátou chlorofylu (SLAVÍKOVÁ 1986). Potřeba relativní ozářenosti se může měnit i vlivem klimatických podmínek na daný porost. Např.: dostatečná půdní vlhkost a omezená konkurenceschopnost s jinými druhy umožňuje některým sciofytům růst za 100 % ozáření (SLAVÍKOVÁ 1986).

Světelný kompenzační bod fotosyntézy nám určuje minimální nutné ozáření pro udržení asimilační funkce rostliny. Kompenzační bod je taková hustota záření FAR, při níž se množství CO<sub>2</sub>, vázané při fotosyntéze, se rovná množství CO<sub>2</sub>, vydaného dýcháním, takže čistý příjem oxidu uhličitého je nulový. Minimální průměrná denní hustota ozáření, při níž rostliny ještě mohou růst, musí ležet nad tímto kompenzačním bodem a celková denní čistá fotosyntéza musí kompenzovat veškeré, i noční ztráty dýchání (SLAVÍKOVÁ 1986). Kompenzační bod u sciofyt

bývá udáván kolem  $2,5\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$  FAR (asi 250 luxů), pro heliofyty mezi  $9$  až  $20\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$  FAR (asi 880 – 2 000 luxů). Tento kompenzační bod není přesně daný, mění se v čase např.: během roku závisí na ontogenezi fotosynteticky aktivních orgánů rostlin (SLAVÍKOVÁ 1986).

Střídání ročního období s dlouhými dny a krátkými dny může vyvolávat fotoperiodismus, který může u některých druhů ovlivnit ontogenetické procesy, hlavně nasazování květů u rostlin (MORAVEC 1994).

Většina druhů rostlin se snaží přizpůsobit hustotě a spektrálnímu složení ozáření. Jsou to adaptace morfologické, anatomické i fyziologické (SLAVÍKOVÁ 1986). Poloha listů je určena růstovou reakcí tzn., že jednotlivé listy vyhledávají růstem svých řapíků polohu optimálního ozáření. Tím dochází k natačení listů, aby byly co nejlépe ozářeny (SLAVÍKOVÁ 1986). Listy, které jsou převážně na slunné poloze, na rozdíl od stinných listů, mají menší plochu, větší tloušťku mezofylu, větší palisádové buňky i v několika vrstvách, tím i větší tloušťku listu, tlustší vnější stěnu pokožky, více sklerenchymatických pletiv, a tedy i větší hmotnost sušiny na jednotku plochy, větší počet chloroplastů, ale nižší obsah chlorofylu na sušinu. Mají větší hustotu průduchů, které jsou menších rozměrů, viz. obr. 4. Tyto listy obsahují méně vody, mají větší rychlost fotosyntézy, dýchání a transpirace. Stinné listy mají oproti tomu větší obsah chlorofylu, čímž je částečně vyrovnávána nižší relativní ozářenost (SLAVÍKOVÁ 1986).



**Obr. 4:** Průřez listu a jeho vnitřní složení (WEB 8)

## 2.4.6 Ozáření

**Relativní ozáření** - %, které projde k níže položeným patřům listů (Hejcman 2009).

### **Ozáření povrchu**

Nejdůležitější je úhel dopadajícího paprsku na dané stanoviště. Energeticky nejvýhodnější je jižní, jihozápadní a jihovýchodní expozice. Pokud se stanoviště nachází na svahu nejlépe 25 – 30 % ozáření zde může dosahovat až 130 % oproti vodorovné ploše (ONDOK 1977).

Ozáření stanoviště je podle Hejcmana (2009) závislá převážně na:

- obsahu vodní páry ve vzduchu
- na nadmořské výšce
- na zeměpisné šířce
- na obsahu prachu ve vzduchu
- na oblačnosti – difúzní záření
- na ročním období
- na denní době
- na orientaci a sklonitosti terénu

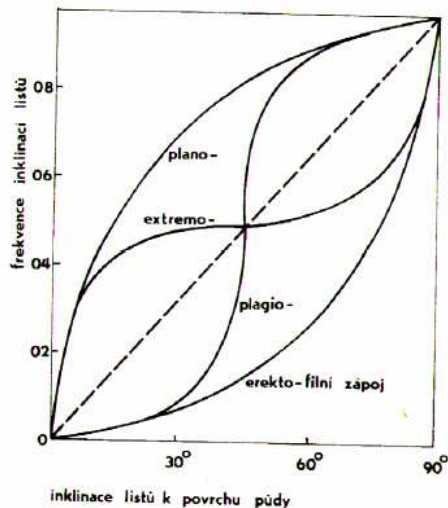
s tím plně souhlasí ONDOK (1977), který ve své knize dodává, že záleží na postavení listu a udává zde 2 typy postavení listu na stonku (planofilní, erektofilní).

Podle postavení listu k povrchu půdy můžeme rozeznávat 4 typy rostlin podle Hniličky 2010:

- planofilní
- erektofilní
- plagiofilní
- extrefilní

Typy rostlin podle postavení listu schematicky zobrazuje obr. 5.





Obr. 5: Typy postavení listu na stonku (WEB 10)

**Planofilní typ** neboli také horizontální postavení listu na stonku. U většiny druhů převládá. Vzhledem k horizontálnímu rozložení listové plochy často dochází k zastíňování spodních listů (ONDOK 1977).

**Erektofilní typ** je to způsob olistění na rostlině, při kterém čepele listů zaujímají šikmou polohu vertikální. Toto postavení umožňuje pronikání světla k listům níže položeným (ONDOK 1977).

## 2.5 Primární produkce

Předpokladem toku energie a koloběhu látek (biologických cyklů) je schopnost živých soustav vytvářet organické látky z látek anorganických a v nich poutat sluneční energii ve formě chemických vazeb (WEB 11). Nutný zdroj energie pro primární produkci v suchozemských ekosystémech je sluneční záření, oxid uhličitý, voda a půdní živiny (WEB 12).

V tomto procesu dochází k akumulaci organické hmoty živých organismů, označované jako biomasa (ekosystému, primárních producentů, jednotlivých funkčních či prostorových složek ekosystémů), (WEB 11). Organické látky ve formě oduřelých organismů a jejich částí, nazýváme nekromasa. Ta se dále opět rozpadá na anorganické látky jako jsou oxid uhličitý, voda a minerální látky. V tomto procesu rozkladu hrají velkou roli mikroorganismy, které nekromasu přeměňují na humus a půdní organickou hmotu (WEB 11). Biomasu rostlin nebo taktéž fytomasu je možné rozlišit podle určitých pater ekosystému (patra dřevin, keřové patro, bylinné patro, atd.) či specifické části rostlinných těl např.: kmenů, větví, listů, kořenů apod.). Pokud se jedná o biomasu dřevin nazýváme jí dendromasou

(WEB 11). Biomasu nejčastěji určujeme na jednotku plochy, nejčastěji na  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  nebo  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (WEB 11).

Podstatou primární produkce je tedy fotosyntéza a tvorba organické hmoty s poutáním oxidu uhličitého (WEB 11). Intenzita příjmu  $\text{CO}_2$  a vytváření organické hmoty je i měřítkem intenzity a výsledku primární produkce (WEB 11). Jako primární produkci tedy můžeme označit množství organické hmoty vytvořené za časovou jednotku. Vztahovat ji můžeme k různým veličinám podle Ulbrichové (2008):

- k ploše zaujímané ekosystémem;
- k jednotlivým prostorovým složkám ekosystémů (patra, vrstvy);
- k jedné rostlině;
- k jednotce plochy asimilačního aparátu;
- k jednotce hmotnosti asimilačního aparátu.

Primární produkci lze rozdělit na čistou primární produkci (NPP) a na hrubou primární produkci (GPP),(WEB 11).

### **2.5.1 Hrubá primární produkce**

Podle Szücsové (2007) je hrubá primární produkce dána asimilací oxidu uhličitého a vytvořením organické hmoty za časovou jednotku. Představuje fotosyntetický výkon rostliny a je označována jako celková asimilace či celková fotosyntéza.

### **2.5.2 Čistá primární produkce**

Množství sušiny vytvořené vegetačním pokryvem na určité ploše nazýváme čistá primární produkce. Produkce je vyšší, pokud se zvýší rychlost asimilace  $\text{CO}_2$  rostlin, tvořící porost (LARCHER 1988).

### **2.5.3 Produkční rovnice hrubé a čisté primární produkce**

Bilance uhlíku rostlinného společenstva nám dává rozdíl mezi příjmem a výdejem uhlíku. Příjem je celkové množství uhlíku vázanému v průběhu roku fotosyntézou. Protože u suchozemských rostlin nelze měřit hrubou primární produkci (GPP) používáme přibližný odhad z hodnot čisté primární produkce (NPP) a dýchání (R) společenstva. To znamená:  $GPP = NPP + R$ .

LARCHER (1988) uvádí že, výtěžek z čisté primární produkce slouží pro tvorbu organické hmoty, z níž část rostliny ztrácejí opadem (L) a část spasou konzumenti (G). Zbývající část čistého výtěžku zvětšuje množství živé rostlinné hmoty na jednotku plochy; odpovídá tedy roční změně hmotnosti sušiny rostlin v porostu ( $\Delta B$ ).

$$PPN = \Delta B + L + G$$

#### **2.5.4 Biomasa**

Biomasa je množství organické hmoty přítomné na určité ploše v určitém časovém okamžiku. Vyjadřujeme ji hmotností sušiny na jednotku plochy. Množství biomasy v porostech se stářím stoupá, čistá primární produkce naopak klesá a v sukcesně zralých ekosystémech se blíží nule. V závislosti na působení abiotických faktorů se množství biomasy a primární produkce různých typů ekosystémů výrazně liší. V lesních ekosystémech se projevuje zřetelný trend snižování primární produkce se zvyšující se zeměpisnou šířkou. Při sezónním sledování zjistíme, že nárůst živé biomasy probíhá do konce června až začátku července, po poměrně krátké době začíná odumírat. Rozdílné je to od nekromasy, která z hlediska roční dynamiky dosahuje minima v červnu a červenci (WEB 11 a 14).

#### **2.5.5 Růstová analýza**

Růstová analýza je soubor metod, které umožňují sledovat vytváření a hromadění biomasy rostlin nebo její populace, popř. i celého společenstva za určitý čas a zjišťovat jak se na jejich růstu projevují vnější a vnitřní faktory. Růstová analýza může být vhodným indikátorem aktuální rovnováhy uvnitř společenstva a mezi vztahem společenstva a stanovištěm. Primárními hodnotami pro růstovou analýzu jsou hmotnost sušiny a plocha listů. Tyto hodnoty zjišťujeme během růstu rostlin ve vhodných časových intervalech (SLAVÍKOVÁ 1983).

SLAVÍKOVÁ (1983) uvádí, že nejjednodušší charakteristika je rychlost tvorby sušiny, která vyjadřuje přírůstek sušiny biomasy za určitý časový interval za předpokladu, že rychlost růstu je v tomto časovém úseku lineární.

## 2.5.6 Destruktivní a nedestruktivní stanovení nadzemní biomasy

Množství nadzemní biomasy je možné zjistit několika různými způsoby, které lze rozdělit na dva hlavní směry. Destruktivní zjišťování je spojeno z odběrem rostlin a tím dochází k poškození porostu. Biomasu stanovujeme buď přímo váhově, nebo metodou nepřímou se stanovením obsahu vody, obsahem chlorofylu, obsahem dusíkatých látek apod. (RYCHNOVSKÁ 1987). Vzhledem k tomu, že destruktivní metoda nám dovoluje poznat porost podrobněji je tato metoda nejčastější a nejpoužívanější (RYCHNOVSKÁ 1987).

Nedestruktivní metoda se provádí bez porušení rostlinného společenstva, tato metoda je založena na odhadu, analogii s paralelními vzorky, nebo se určuje na základě úbytku paprsků beta a gama při procházení jejich proudu porostem (RYCHNOVSKÁ 1987). Existuje také metoda na základě analýzy výměny plynů v porostu, vpichová metoda, dále je možné usuzovat podle spektrálního složení při dálkových průzkumech Země (RYCHNOVSKÁ 1987).

## 2.5.7 Index listové plochy (LAI = pokryvnost listoví)

Pokryvnost listoví LAI nám udává celkovou plochu listů porostu vztaženou na jednotku (povrch) půdy. Udáváme jí většinou v  $\text{cm}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ ,  $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$  (LARCHER 1988).

LAI je pro produkci porostu ideální, pokud FAR přes listovou plochu projde téměř úplně. V porostech kulturních rostlin se často setkáváme s hodnotami LAI okolo 4 až 6 (LARCHER 1988).

Pokud je hustota listů menší, je světlo zcela dostupné všem jednotlivým rostlinám a čistý výkon asimilace (NAR) se zvyšuje (LARCHER 1988).

Celková produkce je na jednotku plochy půdy v otevřených porostech menší než v porostech uzavřených. Ovšem pokud je porost hustý a jejich listy se překrývají tak, že na nejvíce zastíněném místě už světlo nedokáže udržet u listu kladnou bilanci výměny  $\text{CO}_2$ , pak se produkce na jednotku plochy snižuje. Na produkci působí mnoho dalších důležitých faktorů např. nedostatek živin, nedostatek vody, aj., které mohou způsobit nedostatečné olistění a hodnota LAI poté klesá (LARCHER 1988).

WESTLAKE, KVĚT (1998) rozdělují biomasu podle horizontální a vertikální struktury. Vertikální struktura nám dovoluje sledovat, jak se mění asimilace během růstové sezóny.

Vertikální strukturu můžeme vypočítat pomocí plochy listů na jednotku plochy půdy – LAI:

$$LAI = \frac{\ln I_0 - \ln I_z}{k}$$

kde: LAI = je kumulovaný index plochy listů ( $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ ) nad touto úrovní;

$I_0$  = je záření ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ) nad povrchem porostu;

$I_z$  = je intenzita záření ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ) v porostu;

$k$  = extinkční koeficient porostu.

## 2.5.8 Abiotické a biotické faktory

### 2.5.8.1 Abiotické faktory

Většina abiotických (produkčních) faktorů jsou studovány nezávisle na sobě, přestože vždy působí na stejný komplex. Abiotické faktory se mohou navzájem kompenzovat nebo zvyšovat. Přesto se jejich spolupůsobení většinou zanedbává. V určitých podmínkách se vždy jeden z faktorů blíží limitní hranici a tvoří tzv. limitní faktor. Limitní faktor má nejvyšší vliv na zvyšování produkce. Pro každý z faktorů jde definovat maximum a minimum (WEB 11).

**Ulbrichová (2008) dělí faktory na:**

- vliv světla;
- vliv teploty;
- vliv minerální výživy;
- vliv průměrných srážek;
- síla a proudění větru;
- vliv půdy.

### 2.5.8.2 Biotické faktory

Biotické faktory (živé organismy) jsou vztahy mezi dvěma živými organismy. Tvoří součást životního prostředí. Tyto faktory můžeme rozdělit na potravní (trofické), které tvoří vztah živočichů k potravě, na homotypické tzn. vlivy jedinců stejného druhu a pak na heterotypické tj. vztah k jiným druhům organismů. Entropické faktory lze nazvat jako vlivy působené člověkem a jeho následnou činností (WEB 11).

## Biotické faktory můžeme rozdělit podle Ulbrichové (2008) na:

- mezidruhové vztahy;
- vnitrodruhové vztahy.

### Vzájemný vztah biotických a abiotických faktorů stanoviště



Obr. 6: Vzájemný vztah biotických a abiotických faktorů k určitému stanovišti (Ulbrichová 2008)

## 2.6 Sekundární produkce

Sekundární produkce je stejně jako produkce primární spojena a podmíněna tokem energie a koloběhem látek. Jako sekundární produkci označujeme tvorbu biomasy heterotrofních organismů. Je k ní řazena produkce živočichů a nezelených rostlin. Produkce dekompozitorů je zpravidla posuzována zvlášť, i když i ta náleží do této oblasti. Pro komplexnost těchto procesů (potravních řetězců a potravních sítí) je nejčastěji posuzována sekundární produkce jednotlivých heterotrofních organismů, jejich populací a společenstev nebo funkčních skupin (např. konzumentů 1. a vyšších řádů), (WEB 13).

### 3 Materiál a metody

Během vegetačního období v roce 2010, v rozmezí od července do září, byla sledována prostupnost světla do rostlinného porostu ostřice štíhlé (*Carex acuta* L.). Porost byl odebírán ke zjištění přírůstku biomasy. Odebírané vzorky pocházejí z lokality „Mokré Louky“ u Třeboně. Dominantním druhem zde byla ostřice štíhlá (*Carex acuta* L. syn. *C. gracilis* Curtis.) s příměsí chrastice rákosovité (*Phalaris arundinacea* L.), třtiny šedavé (*Calamagrostis canescens* L.), ostřice měchýřkaté (*Carex vesicaria* L.), kopřivy dvoudomé (*Urtica dioica* L.), rdesna pepřníka (*Persicaria hydropiper* L.), kypřeje vrstice (*Lythrum salicaria* L.), vrbiny obecné (*Lysimachia vulgaris* L.), vrbiny penízkové (*Lysimachia nummularia* L.) a vrbovky úzkolisté (*Epilobium angustifolium* L.).

#### 3.1 Měření relativní ozářenosti a prostupnosti světla porostem

Měření bylo prováděno na bultech ostřice štíhlé (*Carex acuta* L.), které v červenci dosahovaly průměrné výšky 160cm a v září byla průměrná výška porostu 80cm. Pro měření se vybíraly porosty vždy s výškou 110cm. Měření bylo prováděno pyranometrem (přístroj Light Meter model LI – 250A), přesnost přístroje se pohybuje v rozmezí  $\pm 0,4 - 0,6$  %. Měření bylo provedeno ve vrstvách porostu, který byl rozdělen po 10cm. Čidlo pyranometru bylo vždy umístěno horizontálně v porostu. Po naměření hodnot byla měřena ozářenosti nad povrchem porostu. Odražené záření bylo měřeno tak, že čidlo se otočilo směrem dolů. Měření se opakovalo 5krát v intervalu po 5 minutách.

Pomocí meteorologické stanice (ENKI o.p.s.) byly zaznamenány hodnoty dopadu a odrazu slunečního záření od začátku dubna do konce září.

##### **Přehled dnů s odběrem**

V úterý 27. července 2010 se teplota pohybovala mezi 19,4 – 22,2°C, relativní vlhkost byla 65 %. Počasí bylo jasné až polojasné.

Ve čtvrtek 12. srpna 2010 dosahovala teplota 24,4 – 25,1°C, relativní vlhkost byla 62 %. Počasí bylo deštivé.

Ve středu 15. září 2010 teplota dosáhla 11,9 – 12,4°C s relativní vlhkostí 65 %. Obloha byla zatažená bez deště.

### 3.2 Odběr biomasy – destruktivní metodou

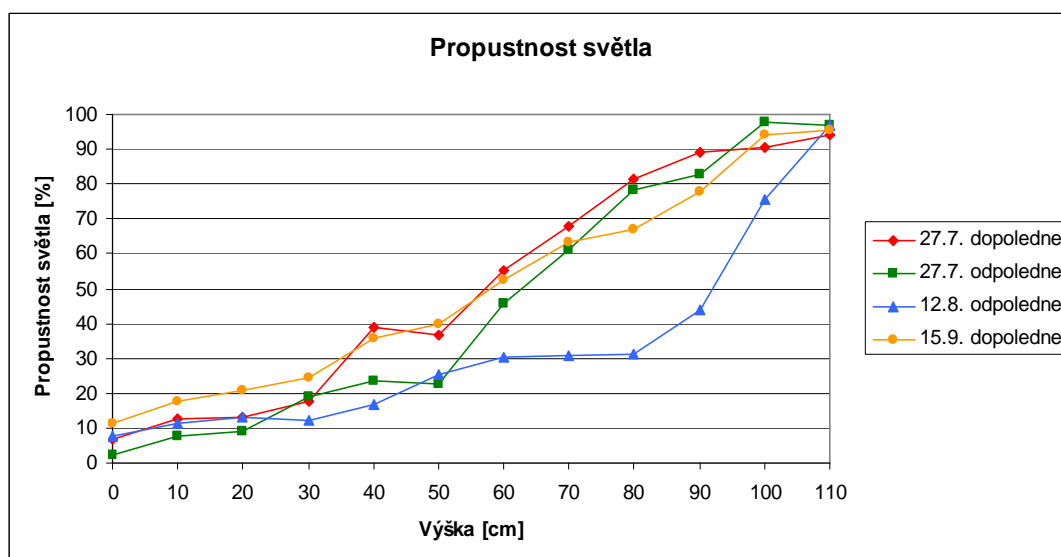
Odběr biomasy byl prováděn následovně: byl vybrán nenarušený bult ostřice štíhlé (*Carex acuta L.*) a ohrazen čtvercem s rozměry 0,5 x 0,5m. Tato vzniklá plocha s rostlinným pokryvem byla pomocí zahradnických nůžek celá ostříhána, včetně suché hmoty tvořící bult a ostatních rostlinných druhů. Odběr se prováděl 4krát na čtyřech různých bultech. Odebraný materiál byl uložen do předem připraveného igelitového pytle. Vzorek byl zvážen a hmotnost zaznamenána.

V laboratoři byl první vzorek rozdělen na ostřici, stařinu a ostatní druhy. Rostliny ostřice (stonek i listy) byly rozděleny po 10cm a byla změřena šířka listu. Do připravených papírových sáčků se vložily části stonku a listů. Sáčky byly umístěny do sušičky, ve které se sušily do konstantní hmotnosti při teplotě 90°C. Ostatní rostlinné druhy a nekromasa nalezené ve vzorku byly taktéž vloženy do papírového sáčku a uloženy do sušičky při 90°C. Vzorek dva, tři, čtyři byl rozdělen na listy a stonky ostřice, na stařinu ostřice a na ostatní druhy. Poté vložen do papírových sáčků a přidán do sušičky. Po dosažení konstantní hmotnosti byly papírové sáčky ze sušičky vyjmuty a zváženy na laboratorní váze. Hodnoty navážené ze vzorků byly zaznamenány. Takto naměřené hodnoty se dále zpracovávaly na výpočty a grafy.



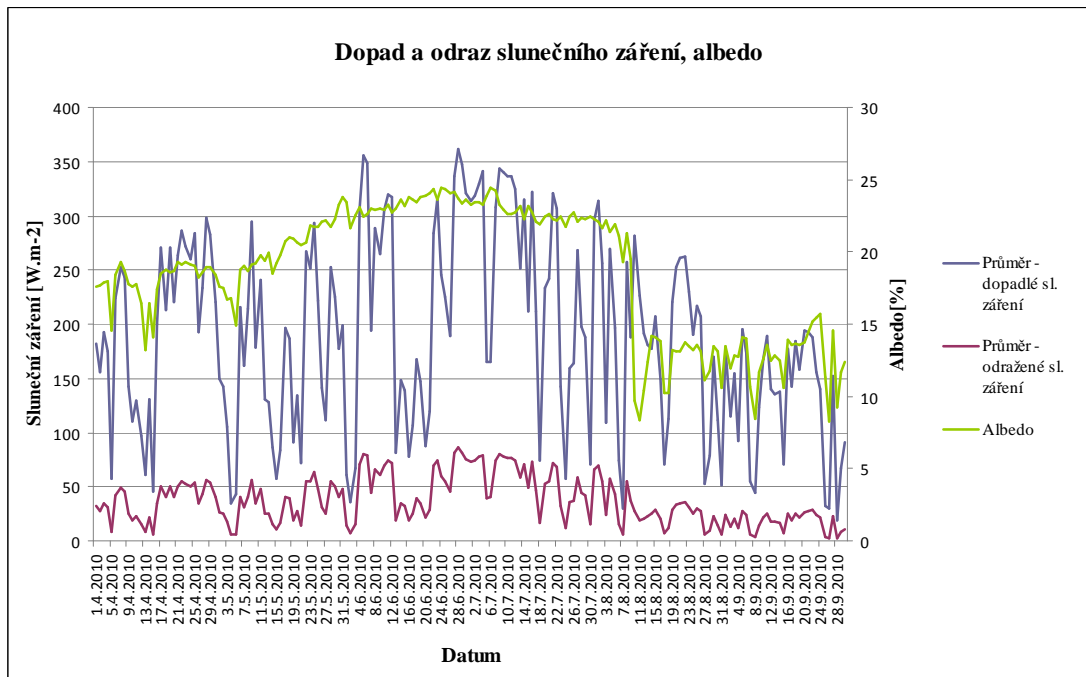
## 4 Výsledky

Ve výsledcích jsou uvedeny grafy s nadzemní živou biomasou, odraz a dopad slunečního záření, albedo, kumulativní LAI a sušinou měnící se v sezóně. Dále grafy s prostorem světla do vrstev porostu, extinkčním koeficientem a s LAI. Jako poslední je uveden graf se sušinou měnící se s určitou výškou porostu.



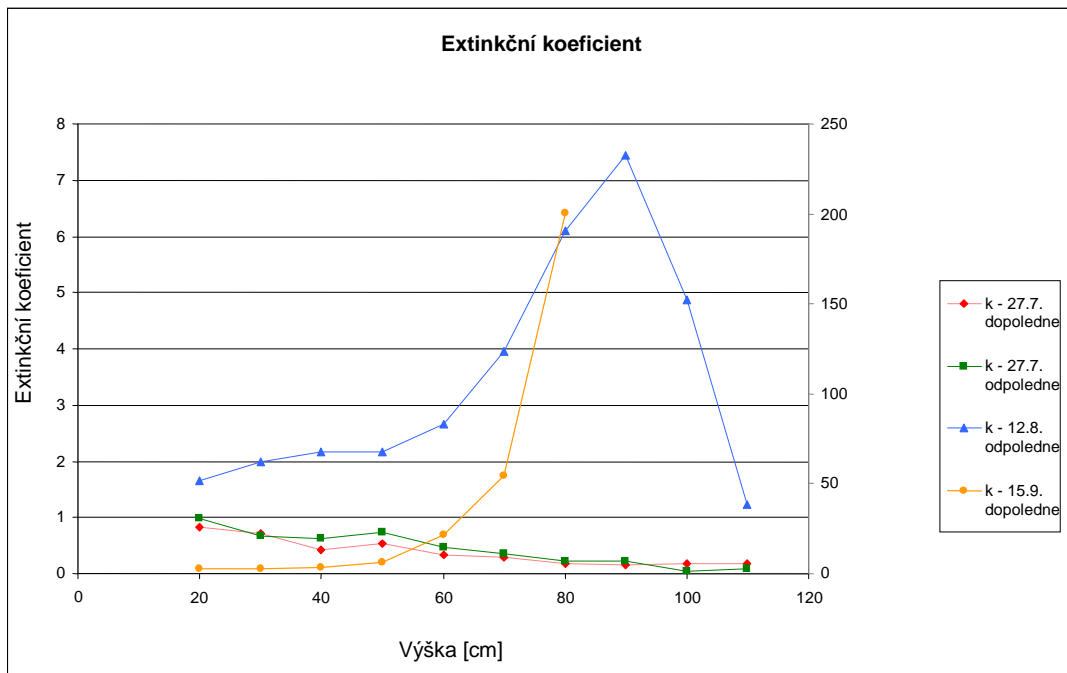
**Obr. 7:** Propustnost světla do určitých vrstev v porostu

Na obr. 7 graf znázorňuje, jaké množství záření projde porostem do určitých vrstev ostřice štíhlé (*Carex acuta L.*) za sezónu. Hodnoty změřené v červenci (27.7.2010), za jasného počasí, ukazují, že nedocházelo k výraznému kolísání a s narůstající výškou měření, se zvyšovala relativní hodnota propustnosti světla do vrstev porostu. U hodnot změřených v srpnu (12.8.2010), za deštivého počasí, dochází ve výšce porostu 50 – 90cm k určitému poklesu. Hodnoty změřené v září (15.9.2010) se nejvíce shodují s měřením dne 27.7. dopoledne.



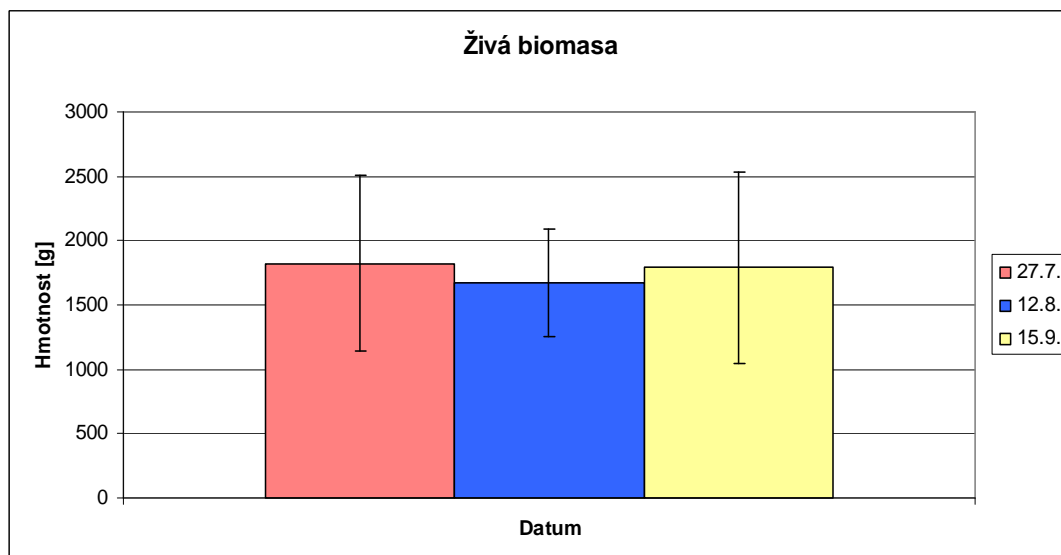
**Obr. 8:** Dopad a odraz slunečního záření se vztahuje k levé svislé ose a albedo je vztaženo k pravé svislé ose

Z obr. 8 je patrné, že odraz závisí na dopadu slunečního záření. U odrazu dochází začátkem srpna k poklesu, neboť na této lokalitě byla povodeň. Na začátku června se albedo zvyšuje a jak se porost vyvíjí tak klesá. V srpnu taktéž došlo ke snížení, neboť albedo je závislé na odrazu slunečního záření.



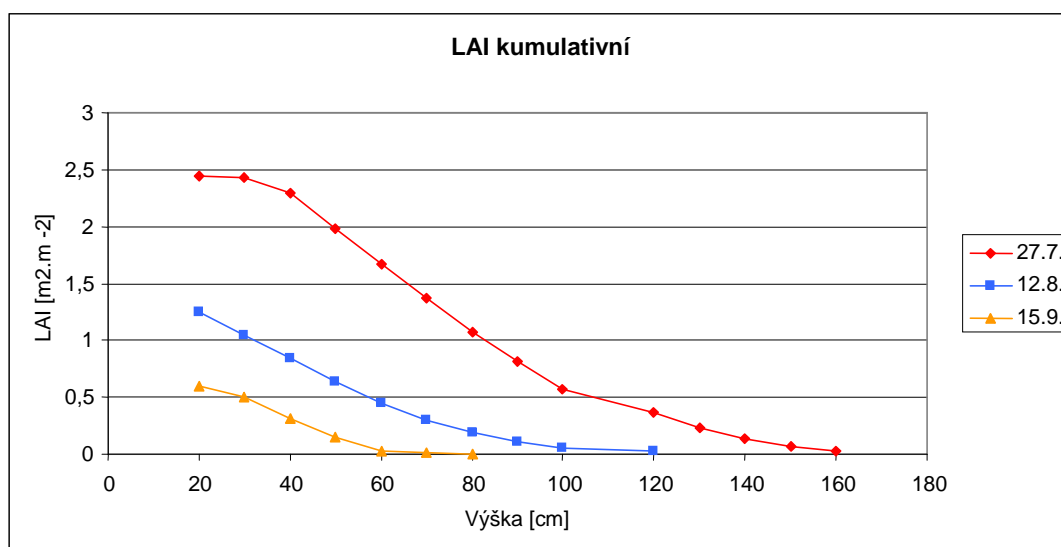
**Obr. 9:** Extinkční koeficient v závislosti na vrstvách porostu. Levá svislá osa ukazuje dosažené hodnoty z dne 27.7.2010 a 12.8.2010, pravá svislá osa vyznačuje hodnoty ze dne 15.9.2010

Z výsledků na obr. 9 je vidět, že hodnoty naměření dne 27.7.2010 dopoledne klesají a téměř se shodují s měřením odpoledne. Proto dochází k částečnému překrytí vyznačených bodů v grafu. Dne 12.8.2010 došlo ve výšce 90cm ke zvýšení a pak ke snížení extinkčního koeficientu. Dne 15.9.2010 došlo k radikálnímu nárůstu extinkčního koeficientu až na hodnotu 200,38.



**Obr. 10:** Hmotnost odebrané nadzemní živé biomasy v měřené vegetační sezóně

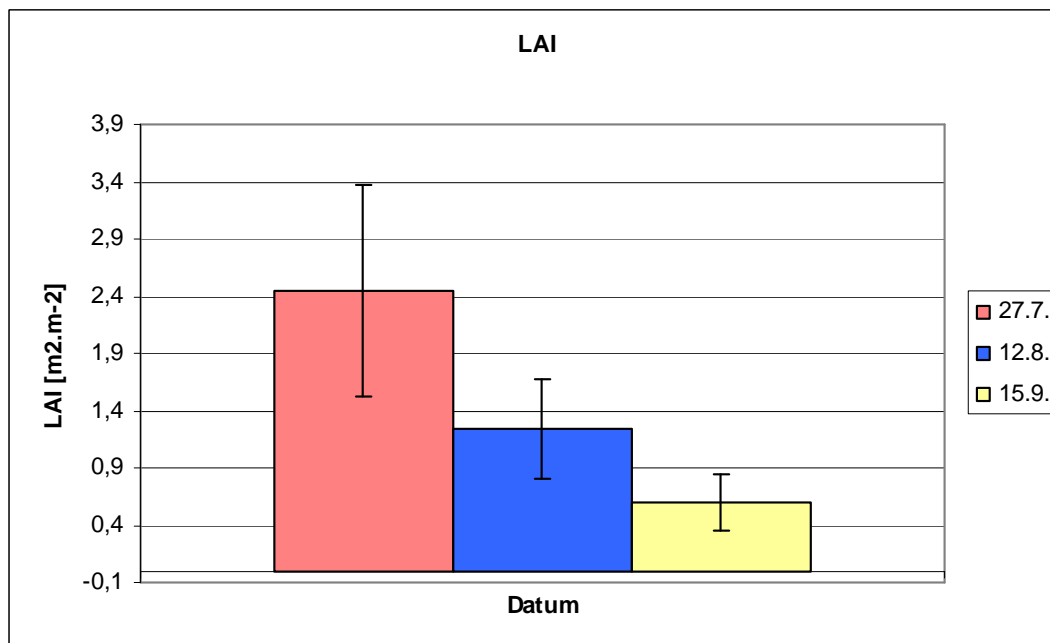
Výsledky z obr. 10 ukazují sezónní přírůstek živé biomasy. V červenci byl přírůstek největší s hmotností 1820g. V srpnu došlo k mírnému poklesu na hmotnost 1670g, v září živá biomasa opět na hmotnosti navýšila a její hmotnost byla 1789g.



**Obr. 11:** Pokryvnost listový v závislosti na výšce porostu

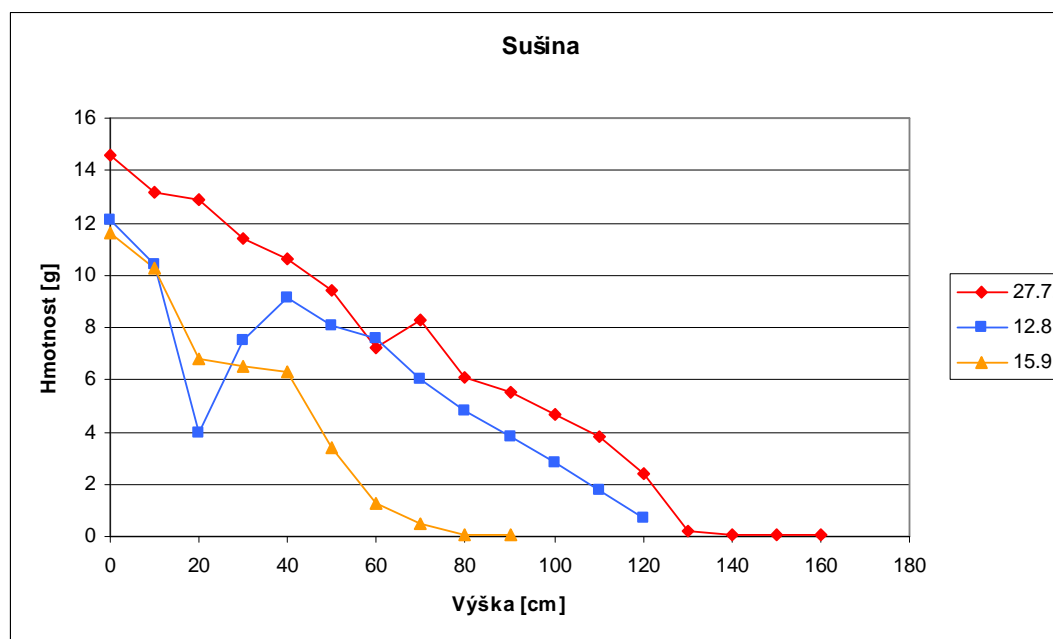
Obr. 11 nám prezentuje, že v červenci (27.7.2010) dosahovaly hodnoty kumulativního LAI od 0,024 do 2,444m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>. Hodnoty naměřené v srpnu (12.8.2010)

měly rozmezí od 0,026 do 1,244m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>. V září hodnoty dosahovali od 0,002 do 0,6 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>.



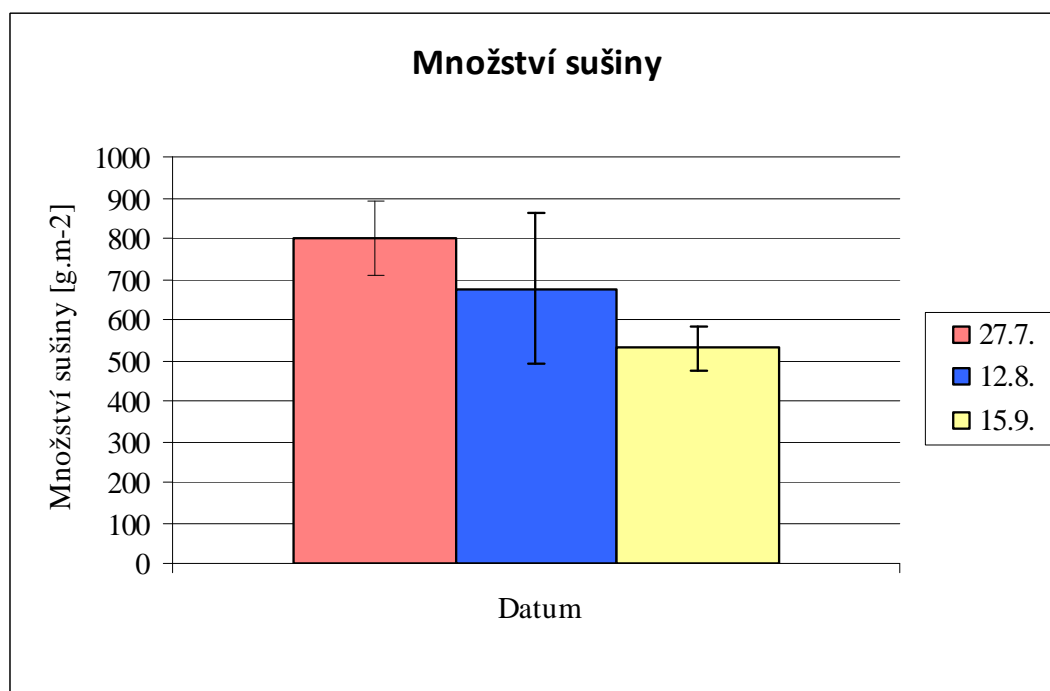
**Obr. 12:** Pokryvnost listoví z závislosti na sezóně od července do září

Výsledky na obr. 12 znázorňují sezónní pokles pokryvnosti listoví. V červenci 27.7.2010 je LAI (leaf area index) nejvyšší (2,44m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>). V srpnu 12.8. 2010 dochází ke značnému poklesu až k průměrné hodnotě 1,24m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup> a v září je LAI nejnižší (0,60m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>).



**Obr. 13:** Množství sušiny ve vrstvách porostu

Na obr. 12 vidíme sušinu ve vrstvách porostu. Nejvíce sušiny se nachází ve spodní vrstvě porostu. V září porost dosahoval průměrné výšky 80cm, narozdíl od července, kdy měl porost výšku 160cm.



**Obr. 14:** Množství sušiny odebrané od července do září

Na obr.13 vidíme, jak množství sušiny měřené od července do září klesá. V červenci hodnota dosahovala  $801\text{g.m}^{-2}$ , v srpnu hmotnost klesla na  $676,6\text{g.m}^{-2}$  a v září bylo množství sušiny nejnižší a to s hmotností  $530\text{g.m}^{-2}$ .

## 5 Diskuse

### Světelné mikroklima

Při průniku světelného záření, až na povrch půdy, musí záření projít přes listy porostu. Každý list má určitou strukturu, proto se může propustnost skrze listy lišit. Rovněž záleží na množství a intenzitě dopadajícího záření na rostlinný pokryv (SLAVÍKOVÁ 1986).

Světelné záření procházející do ostřicového porostu znázorňuje obr. 7. Nejvyšší ozáření porostu je na povrchu ostřice a s postupným klesáním do určitých vrstev hodnota naměřeného světla klesá. Na povrchu půdy je světelné zastoupení nejmenší, neboť zde dochází k zastínění ostřicovými listy.

Z obr. 7 je patrné, že průnik záření do porostu ze dne 27.7.2010 a 15.9.2010 je velmi podobný. Dne 12.8.2010 došlo k poklesu záření ve vrstvě porostu 50-90cm.

### Extinkční koeficient

Měření ze dne 27.7.2010 dopoledne se téměř shoduje s měřením odpoledne a dochází s narůstající výškou k mírnému poklesu. Dne 12.8.2010 došlo ve výšce 90cm k nárůstu a pak ke snížení extinkčního koeficientu. V září se zvyšuje až na hodnotu 200,38. Trend extinkčního koeficientu v závislosti na vrstvě porostu byl v červenci klesající a v srpnu a září vzrůstající.

V září nabývá extinkční koeficient vyšších hodnot, neboť dochází k řídnutí porostu a došlo k záplavám na studované lokalitě.

Hodnoty extinkčního koeficientu závisí na pokryvnosti listoví a slunečním záření. Se zvyšující se hustotou porostu se hodnoty extinkčního koeficientu snižují, rovněž se snižují se zvětšující se intenzitou slunečního záření (Marková, Pokorný 1999).

### Albedo, dopad a odraz slunečního záření

Podle NOVÁKA (1995) albedo krátkovlnného záření závisí na drsnosti, barvě porostu, sklonu povrchu, vlastnostech porostu a také na poloze Slunce. Albedo zelených porostů se pohybuje mezi 18 – 25 % (NOVÁK 1995).

Albedo naměřené v ostřicovém porostu za celou sezónu v průměru dosahuje hodnoty 18,61 %.

Začátkem srpna došlo u albeda k poklesu, vlivem stárnutí orgánů rostlin, dochází zde k úbytku chlorofylu a porost postupně hnědne. Tato změna barvy ovlivňuje odraz slunečního záření a světlo lépe proniká do porostu, proto albedo klesá. Pokles byl také zaviněn povodní na stanovišti a tím, že se porost otevřel a odraz od povrchu půdy byl nižší než od povrchu listů.

Dopad slunečního záření záleží na postavení slunce, na zeměpisné šířce, na sklonu ozařované plochy, ale také na její expozici (ONDOK 1977).

Dopad i odraz slunečního záření je závislý na počasí. Nejvyšší dopad slunečního záření byl dne 28.6.2010, neboť bylo jasno až polojasno, nejnižší dopad byl dne 7.8.2010, neboť nebe bylo zatažené a objevovaly se časté přeháňky.

### **Destruktivní odběr nadzemní biomasy**

Odběr živé nadzemní biomasy byl prováděn od července do září. V červenci byl velký nárůst listů, které obsahovaly velké množství vody, proto byla hmotnost nejvyšší a dosahovala až 1820g. V srpnu došlo ke stagnaci růstu. V září živá biomasa opět na hmotnosti přibývala, což mohlo být způsobeno vyšším zastoupením suchých listů ve vzorku nebo tím, že se začala více ukládat celulóza a obsah vody klesal.

KUNCOVÁ (2009) uvádí, že celková biomasa včetně opadu rostla až do 24.5.2008, kdy hodnoty dosahovaly maxima 1 408,64 g. Poté hodnoty postupně klesaly.

### **Pokryvnost listoví**

Podle RYCHNOVSKÉ (1985) se u lučních porostů, s převahou úzkolistých trav, LAI pohybuje mezi 1,5 – 2,5m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>.

V červenci (27.7.2010) byl LAI (leaf area index) nejvyšší (2,44m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>), neboť stále docházelo k růstu rostlin a tím vznikaly nové listové přírůstky. V srpnu (12.8. 2010) docházelo k zastavení růstu a již se netvořily nové přírůstky, proto LAI klesá (1,24 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>). V září byl LAI nejnižší (0,60m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>) z důvodu usychání listů.

RYCHNOVSKÁ (1985) uvádí, že listoví je často ovlivněno extrémními stanovištními podmínkami.

## **Množství sušiny**

Množství sušiny s narůstající vrstvou porostu klesá. Pokles je patrný i od července do září.

LARCHER (1988) zmiňuje, že produkce sušiny je tím vyšší, čím vyšší je rychlost asimilace CO<sub>2</sub> rostlin tvořících porost, čím dokonaleji rozsáhlý systém asimilačních prvků rostlin (pokryvnost listoví) přijímá dopadající záření a čím delší je doba, po kterou mohou rostliny udržet kladnou bilanci výměny plynů (délka vegetační doby).

KUNCOVÁ (2009) v diplomové práci uvádí, že celková živá nadzemní biomasa ostřice bez stařiny a ostatních druhů se zvyšovala až do 13.6.2008, kdy dosáhla hodnoty 550,8g a pak postupně klesala až na 234g při měření ze dne 6.8.2008.

Nejvyšší hodnota naměřená v této práci byla ze dne 27.7.2010 a hmotnost ostřice bez stařiny a ostatních druhů byla 480,26g. Dne 12.8. 2010 hodnota dosahovala 310g a 15.9.2010 bylo naváženo 202,26g. S měnícím se porostem množství ostřice v porostu klesalo.



## 6 Závěr

Tato bakalářská práce byla zpracována v rámci výzkumného záměru Zemědělské fakulty MSM 6007665806 "Trvale udržitelné způsoby zemědělského hospodaření v podhorských a horských oblastech zaměřené na vytváření souladu mezi jejich produkčním a mimo produkčním uplatněním". Cílem bylo analyzovat vliv světelného mikroklimatu na porost ostřice štíhlé.

Analýza zvoleného biotopu probíhala třikrát během vegetačního období, kdy ve vybraných dnech došlo k odběru nadzemní živé biomasy a změření intenzity světelného záření ve vrstvách porostu.

Odběr nadzemní živé biomasy a měření prostupu slunečního záření do porostu byl prováděn na Mokřích Loukách u Třeboně. Měření bylo prováděno ve dnech 27.7. dopoledne a odpoledne, 12.8. odpoledne a 15.9.2010 dopoledne.

Při měření světelného záření ve vrstvách porostu docházelo od povrchu půdy k povrchu porostu k nárůstu světelného záření.

Extinkční koeficient, vypočítaný ze záření v různých výškách porostu a kumulativního LAI, v červenci klesal. V srpnu došlo k nárůstu a pak k poklesu, v září se výrazně zvýšil. Srpnová hodnota dosahovala až 200,38.

Odraz měřený od začátku dubna do konce září klesá, neboť je závislý na struktuře porostu. Albedo se na začátku června zvyšuje, a jak porost stárne tak klesá.

Živá nadzemní biomasa byla nejvyšší v červenci, kdy vážila 1 820g, v srpnu vážila 1 670g a v září se zvýšila na 1 789g.

Pokryvnost listoví postupně se stářím porostu klesala, její nejvyšší hodnota dosahovala  $2,44\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$  a byla naměřena 27.7.2010.

Od července do září množství sušiny klesalo v závislosti na změně porostu. V červenci byla hmotnost ostřice bez stařiny a ostatních druhů 480,26g. V srpnu hodnota dosahovala 310g a v září bylo naváženo 202,26g. Pokles hmotnosti byl zapříčiněn postupným stárnutím organismu rostlin.

## 7 Literatura

### 7.1 Přehled použité literatury

BLÁHA, Ladislav, et al. *Rostlina a stres*. Praha : VÚRV, 2003. 156 s. ISBN 80-86555-32-1.

HORA, Jan. *Třeboň jako IBA - celosvětově významné ptačí území : Třeboňsko 2000. Ekologie a ekonomika Třeboňska po dvaceti letech*. Jan Pokorný, Jana Šulcová, Miroslav Hátle, Josef Hlásek. Třeboň : ENKI, o-p.s., Správa CHKO Třeboňsko a MaB, 2000. 344 s. ISBN 80-238-6370-3.

*Mokřady České republiky - přehled vodních a mokřadních lokalit ČR*. Josef CHYTLÍK et al. Mikulov : Český ramsarský výbor, 1999. 327 s.

*Katalog biotopů České republiky*. Milan CHYTRÝ, Tomáš KUČERA, Martin KOČÍ. Praha : Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2001. 307 s. ISBN 80-86064-55-7.

*Studium zaolavovaných ekosystémů u Třeboně*. Jan JENÍK, Jan KVĚT. Praha : Československá akademie věd, 1983. 156 s.

*Sluneční energie: využití ve skleníku s optickými rastry*. Vladimír JIRKA. Třeboň : GAČR, ENVI, s.r.o. a LAE ZF JU, 1999. 85 s.

JONES, Hamlyn G. *Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology. Second edition*. Cambridge : Cambridge University Press, 1992. 428 s. ISBN 0-521-42524-7.

KLABZUBA, Jiří; KOŽNAROVÁ, Věra. *Zářivá energie jako faktor mikroklimatu porostu*. Praha : Vysoká škola zemědělská Praha v Editpressu, 1991. 118 s. ISBN 80-213-0117-1.

KUNCOVÁ, Štěpánka. *Nadzemní produkce porostu zaplavované louky s dominantní ostřicí štíhlou (Carex acuta)*. České Budějovice, 2009. 63 s. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

KVĚT, Jan. *Místo Třeboňska ve světovém výzkumu mokřadních ekosystémů : Třeboňsko 2000. Ekologie a ekonomika Třeboňska po dvaceti letech*. Jan Pokorný, Jana Šulcová, Miroslav Hátle, Josef Hlásek. Třeboň : ENKI, o-p.s., Správa CHKO Třeboňsko a MaB, 2000. 344 s. ISBN 80-238-6370-3.

LARCHER, Walter. *Fyziologická ekologie rostlin*. Praha : Československá akademie věd, 1988. 368 s.

MONTEITH, J.L.; UNSWORTH, M.H. *Principles of Environmental Physics (second edition)*. Cambridge : Cambridge University Press, 1990. 291 s. ISBN 0-7131-293-1.

MORAVEC, Jaroslav, et al. *Fytocenologie*. Praha : Akademie věd České republiky, 1994. 402 s. ISBN 80-200-0457-2.

NÁTR, Lubomír. *Fotosyntetická produkce a výživa lidstva*. Praha : ISV nakladatelství, 2002. 423 s. ISBN 80-85866-92-7.

NOVÁK, Viliam. *Vyparovanie vody v prírode a metódy jeho určovania*. Bratislava : Slovenskej akadémie vied, 1995. 260 s. ISBN 80-224-0409-8.

ONDOK, Josef Petr. *Regime of global and photosynthetically active radiation in helophyte stands*. Praha : Československá akademie věd, 1977. 116 s.

PETR, Jiří, et al. *Počasí a výnosy*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1987. 368 s.

PODUBSKÝ, Václav. *Vodní, bažinné a pobřežní rostliny*. Praha : Ministerstvo zemědělství, 1948. 193 s.

POKORNÝ, Jan; KUČEROVÁ, Andrea. *Monitoring klimatu a atmosférických depozic v CHKO Třeboňsko : Třeboňsko 2000. Ekologie a ekonomika Třeboňska po dvaceti letech*. Jan Pokorný, Jana Šulcová, Miroslav Hátle, Josef Hlásek. Třeboň : ENKI, o-p.s., Správa CHKO Třeboňsko a MaB, 2000. 344 s. ISBN 80-238-6370-3.

PROCHÁZKA, Stanislav, et al. *Fyziologie rostlin*. Praha : Akademie věd České republiky, 1998. 484 s. ISBN 80-200-0586-2.

REICHHOLF, Josef. *Pevninské vody a mokřady*. Praha : IKAR, spol.s.r.o., 1998. 223 s. ISBN 80-7202-185-0.

RYBNÍČEK, Kamil; BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ, Emilie; NEUHÄUSL, Robert. *Přehled rostlinných společenstev rašelinišť a mokřadních luk Československa*. Praha 8 : Československá akademie věd, 1984. 124 s.

RYCHNOVSKÁ, Milena, et al. *Metody studia travinných ekosystémů*. Praha : Československá akademie věd, 1987. 272 s.

RYCHNOVSKÁ, Milena, et al. *Ekologie lučních porostů*. Praha : Československá akademie věd, 1985. 292 s.

ŘEPKA, Radomír. *Mokřadní ostrice České republiky*. Prostějov : Český svaz ochránců přírody, 2007. 72 s.

SÁDLO, Jiří; STORCH, David. *Biotopy České republiky*. Praha : Vesmír s.r.o., 1999. 94 s. ISBN 80-86033-47-3.

SLAVÍKOVÁ, Jiřina. *Ekologie rostlin*. Praha : Univerzita Karlova v Praze, 1983. 247 s.

SLAVÍKOVÁ, Jiřina. *Ekologie rostlin*. Praha : Státní pedagogické nakladatelství n.p., 1986. 368 s.

ŠANTRŮČEK, Jaromír. *Základy pícninářství*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001. 146 s. ISBN 80-213-0764-1.

WESTLAKE, Derek Francis; KVĚT, Jan. *The production ecology of wetlands*. Cambridge : Cambridge University Press, 1998. 568 s. ISBN 0-521-22822-0.

## 7.2 Přehled použitých www stránek

WEB 1: Carex acuta

[http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/en/Carex\\_acuta](http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/en/Carex_acuta) (dne 26.2.2011)

WEB 2: Rostliny střední Evropy a Japonska - Petr Hrbáč 2009

<http://rostliny.nikde.cz/rostliny-evropy/365/carex-acuta-l-syn-c-gracilis-curtis-ostrice-stihla> (dne 26.2.2011)

WEB 3: Flóra v severní Americe - Peter W. Ball & A. A. Reznicek

[http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=1&taxon\\_id=105644](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=105644) (dne 26.2.2011)

WEB 4: Ostřice štíhlá – Zdeněk Pazdera 2005

<http://botanika.wendys.cz/kytky/K759.php> (dne 20.2.2011)

WEB 5: Elektromagnetické spektrum

<http://www.paladix.cz/clanky/co-to-je-a-jak-se-chova-infracervene-zareni.html?PLXID=847176b89f8e10fb842b3ac93c0617ca> (dne 14.2.2011)

WEB 6: Elektromagnetické spektrum

[http://www.antonine-education.co.uk/physics\\_gcse/Unit\\_1/Topic\\_5/topic\\_5\\_what\\_are\\_the\\_uses\\_and\\_ha.htm](http://www.antonine-education.co.uk/physics_gcse/Unit_1/Topic_5/topic_5_what_are_the_uses_and_ha.htm) (dne 9.2.2011)

WEB 7: Infračervené záření

[http://chive.eu/infraerven\\_zen\\_cs.html](http://chive.eu/infraerven_zen_cs.html) (dne 9.2.2011)

WEB 8: Biologie rostlin

<http://nejrostliny.ic.cz/?page=organy/list> (dne 14.2.2011)

WEB 9: Ekologie rostlin – Michal Hejzman 2009

[http://fle.czu.cz/~hejzman/Prednasky/Ekologie\\_rostlin1\\_uvod.pdf](http://fle.czu.cz/~hejzman/Prednasky/Ekologie_rostlin1_uvod.pdf) (dne 24.2.2011)

WEB 10: Speciální fyziologie rostlin – František Hnilička 2010

<http://kbfr.agrobiologie.cz/kbfr/hnilicka/prednasky/fyziologie-rostlin/specialnifyziologie/vynos.pdf> (dne 28.2.2011)

WEB 11: Primární a sekundární produkce . Ulbrichová 2008

[http://fle.czu.cz/~ulbrichova/Skripta\\_EKOL/produkce/produkce.htm](http://fle.czu.cz/~ulbrichova/Skripta_EKOL/produkce/produkce.htm) (dne 13.2.2011)

WEB 12: Primární produkce - Veronika Szücssová 2007

[http://www.enviwiki.cz/wiki/Prim%C3%A1rn%C3%AD\\_produkce#Hrub.C3.A1\\_pri.m.C3.A1rn.C3.AD\\_produkce](http://www.enviwiki.cz/wiki/Prim%C3%A1rn%C3%AD_produkce#Hrub.C3.A1_pri.m.C3.A1rn.C3.AD_produkce) (11.2.2011)

WEB 13: Sekundární produkce

[http://www.uel.cz/download/Multimedialni\\_ucebni\\_text/Sekundarni\\_%20produkcii.htm](http://www.uel.cz/download/Multimedialni_ucebni_text/Sekundarni_%20produkcii.htm) (dne 11.2.2011)

WEB 14: Primární produkce a zásoba organické hmoty v ekosystémech

<http://www.infodatasys.cz/public/dis/dis7.htm> (dne 14.2.2011)

WEB 15: Extinkční koeficient: charakteristika radiačního režimu rostlinného porostu - Irena Marková, Radek Pokorný 1999

<http://www.cbks.cz/sbornik%2099/MarkovaPokorny.pdf> (dne 10.4.2011)

## 8 Příloha



**Obrázek 1:** Porost ostřicového porostu foto ze dne 30.9.2010 (vlastní fotografie)



**Obrázek 2:** Ostříhaný bult ostřice štíhlé po odběru biomasy foto ze 30.9.2010 (vlastní fotografie)