

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Energetické využití trav

Vedoucí bakalářské práce:
Ing. Jan Moudrý, Ph.D.

Autor bakalářské práce:
Marek Kopecký

2010

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Katedra agroekologie
Akademický rok: 2008/2009

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

Jméno a příjmení: **Marek KOPECKÝ**

Studijní program: **B4131 Zemědělství**

Studijní obor: **Agroekologie**

Název tématu: **Energetické využití trav.**

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

1. Vypracování literární rešerše shrnující problematiku pěstování trav, možností jejich energetického využití a ekonomických a technologických aspektů produkce.
2. Seznámení se s metodikou pěstování zvolených druhů energetických travin a metodikou vlastních pokusů.
3. Spolupráce při ošetřování pokusných porostů ve třech lokalitách (Sokolovsko, Pacovsko, České Budějovice).
4. Terénní práce v pokusných lokalitách (odběry vzorků), a laboratorní práce na ZF JU v Českých Budějovicích.
5. Statistické vyhodnocení získaných dat.
6. Interpretace výsledků.

Rozsah grafických prací: tabulky, grafy, fotografická příloha
Rozsah pracovní zprávy: 40 stran textu vč. tabulek
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická


Seznam odborné literatury:

- Frydrych, J., a kol.: Energetické využití některých travních druhů. ÚZPI, Praha 2001, 36 s.
Havlíčková, K., a kol.: Zhodnocení ekonomických aspektů pěstování a využití energetických rostlin. JU ZF, České Budějovice, 2007, 93 s.
Součková, H., Moudrý, J.: Využití fytomasy pro energetické účely, JU ZF, České Budějovice, VÚZE, 2005, 123 s.
Macpherson, G.: Home-grown energy from short rotation coppice. Farming Press Books, Ipswich, 1995, 214s.
Moudrý, J.; Stražil, Z.: Energetické plodiny v ekologickém zemědělství. Hradec Králové. VH press, 1999, 56 s.
Pastorek, Z., Kára, J., Jevič, P.: Biomasa - obnovitelný zdroj energie, FCC Public, 2004, 286 s.
Petříková, V., a kol.: Energetické plodiny, Profipress Praha, 2006, 127 s.
Kvítek, T., Tippl, M.: Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině, Zemědělské informace, ÚZPI 10, Praha, 2003, 47 s.
Jongepierová, I. a kol.: Agroenvironmentální programy na květnatých podhorských loukách. Vzdělávací a informační středisko Bílé Karpaty, o.p.s. Veselí nad Moravou, 2004, s. 22.
Weger, J., Havlíčková, K., kol.: Biomasa - obnovitelný zdroj energie v krajině. Osvětová publikace, VÚKOZ, Průhonice, 2005, 51 s.

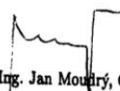
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Moudrý, Ph.D.
Katedra agroekologie
Konzultant bakalářské práce: prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.
Katedra agroekologie

Datum zadání bakalářské práce: 14. prosince 2008
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2010

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


prof. Ing. Miloš Soch, CSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 14. prosince 2008

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma „Energetické využití trav“ jsem vypracoval 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 jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 15. 4. 2010

.....

Marek Kopecký

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Moudrému, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a veškerý čas, který mi věnoval. Dále bych chtěl poděkovat prof. Ing. Janu Moudrému, CSc. za poskytnuté rady a připomínky při konzultacích. Současně děkuji i technickým pracovníkům katedry rostlinné výroby a agroekologie za spolupráci při terénních pracích na pokusné lokalitě.

Bakalářská práce je součástí grantu MŠMT 2B06131 „Nepotravinářské využití biomasy v energetice“.

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je ověřit vhodnost vybraných druhů trav (*Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*, *Phalaris arundinacea*) pro různé varianty energetického využití a zhodnotit ekonomickou efektivnost jejich pěstování a využívání. Součástí práce je literární rešerše shrnující problematiku obnovitelných zdrojů energie se zaměřením na biomasu a energetické využití trav. Při tvorbě rešerše bylo využito odborné literatury od více autorů. Na základě polních pokusů byly vytvořeny ekonomické modely demonstrující efektivnost pěstování vybraných travních druhů.

Klíčová slova: biomasa, energetické trávy, efektivnost

Abstract

The aim of this work is verification the suitability of selected species of grass (*Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*, *Phalaris arundinacea*) for different varieties of energy utilization and the evaluation of economic efficiency of their cultivation and usage. A part of this work is a literature review summarizing the issues of renewable energy, focusing on biomass and energy utilization of grass. There has been used literature of various authors in elaboration the research literature. Based on field tests, there have been developed economic models demonstrating the efficiency of cultivation of selected grass species.

Keywords: biomass, energy grass, efficiency

Obsah

1. Úvod.....	6
2. Literární rešerše	7
2.1. Světové energetické zdroje.....	7
2.2. Obnovitelné zdroje energie, biomasa.....	9
2.2.1. Charakteristika a využití OZE.....	9
2.2.2. Biomasa.....	11
2.3. Charakteristika vybraných druhů trav.....	12
2.3.1. Srha říznačka (<i>Dactylis glomerata</i>).....	12
2.3.2. Ovsík vyvýšený (<i>Arrhenatherum elatius</i>).....	13
2.3.3. Chrastice rákosovitá (<i>Phalaris arundinacea</i>).....	13
2.4. Energetické využití trav.....	14
2.4.1. Možnosti využití.....	14
2.4.1.1. Spalování fytomasy.....	14
2.4.1.2. Výroba bioplynu.....	15
2.5. Ekonomika pěstování trav.....	17
2.5.1. Náklady na pěstování energetických trav.....	17
2.5.2. Výnosy energetických trav.....	20
2.5.2.1. Faktory ovlivňující výnosy.....	20
2.5.2.2. Srha říznačka.....	20
2.5.2.3. Ovsík vyvýšený.....	21
2.5.2.4. Chrastice rákosovitá.....	22
2.5.3. Výhřevnost.....	22
2.5.4. Náklady na 1 GJ tepla.....	24
2.5.5. Ekonomická efektivnost pěstování trav.....	25
2.5.5.1. Faktory ovlivňující cenu.....	25
2.5.5.2. Dotace	26
2.5.5.2.1. SAPS (Single Area Payment Scheme).....	26
2.5.5.2.2. LFA a NATURA 2000.....	27

2.5.5.2.3. Podpora pěstování energetických plodin.....	27
3. Cíle práce.....	28
4. Materiál a metodika.....	29
5. Výsledky a diskuze.....	33
5.1. Obsah sušiny v biomase v Českých Budějovicích.....	33
5.2. Výnosy trav v Českých Budějovicích.....	34
5.3. Ekonomické zhodnocení pěstování trav.....	37
6. Závěr.....	45
7. Seznam použité literatury.....	47
8. Přílohy.....	52

1. Úvod

V souvislosti s rostoucím počtem obyvatel Země a s rozvojem průmyslu, se neustále zvyšuje i spotřeba energií. Doposud nejvýznamnější zdroj energie- fosilní paliva, jsou dostupné pouze v omezeném množství a neúměrně zatěžují životní prostředí. Jejich vyčerpání, s výjimkou uhlí, se očekává v horizontu několika desítek let. Tuto situaci je nutné řešit, a proto se hledají alternativní zdroje energie. Vyspělé státy jsou si vědomy významu obnovitelných zdrojů energie (OZE). V současnosti se intenzivně věnují jejich výzkumu a následně převádějí získané poznatky do praxe. Ze států Evropské unie využívají obnovitelné zdroje energie nejvíce například Rakousko nebo Švédsko. Naopak nejméně tyto zdroje využívá Belgie a Velká Británie. Cílem Evropské unie je, aby podíl produkce elektrické energie z obnovitelných zdrojů činil 22 % hrubé spotřeby elektřiny v Evropské unii v roce 2010. V současnosti největší podíl elektřiny vyrobené z OZE v České republice tvoří elektřina z vodních elektráren. V našich přírodních podmínkách však již není příliš prostoru pro stavby nových vodních elektráren. Bohužel ani pro využití většiny dalších druhů OZE nejsou v ČR vhodné podmínky. Jako nejperspektivnější se zdá využití biomasy. Nemusí se využívat jen biomasa odpadní. Díky intenzifikaci zemědělství se na území České republiky nachází zhruba 1 milion hektarů půdy nepotřebné pro produkci potravy. Tu je ale i tak nutné, pro zajištění trvale udržitelného rozvoje, obdělávat. Vhodné využití této půdy je cílené pěstování biomasy. Jednou z možností je zakládání plantáží rychle rostoucích dřevin, při kterém je ale nezbytné vlastnit speciální sklízecí stroj, pokud se hospodář na větších plochách. Vhodnější je pěstování takzvaných energetických trav, které se může uplatnit především v méně produktivních podhorských a horských oblastech. Ekonomicky zajímavé se zdají být víceleté druhy trav, jejichž správně založený porost vydrží na stanovišti řadu let. Víceleté plodiny mají navíc dobré protierozní vlastnosti. Vypěstovaná biomasa slouží nejčastěji k výrobě tepla nebo produkci bioplynu a následné výrobě elektřiny.

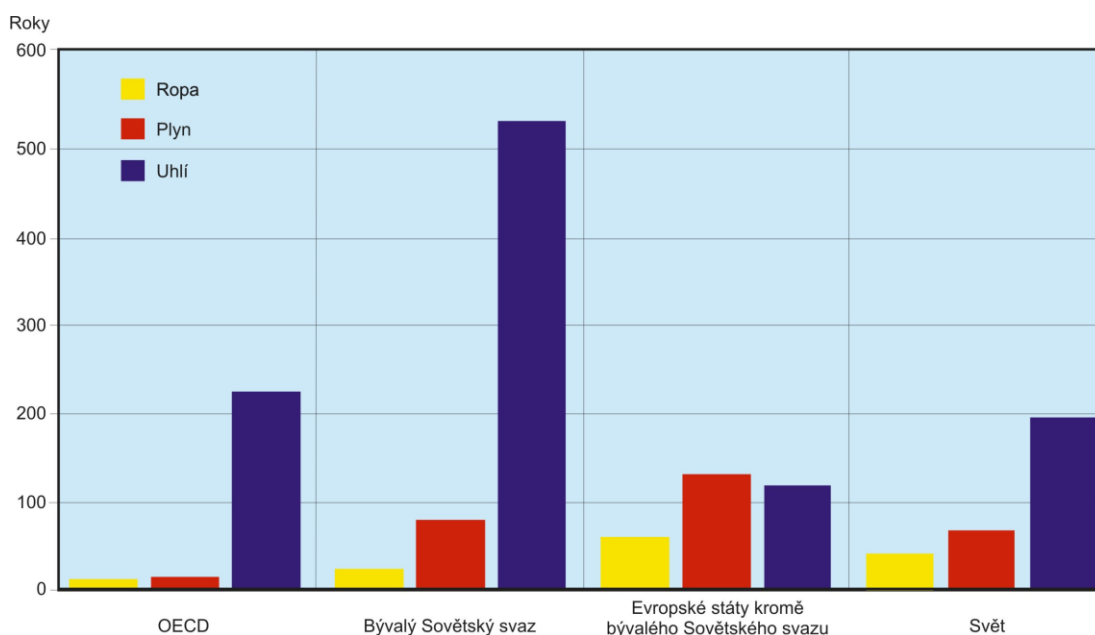
2. Literární rešerše

2.1 Světové energetické zdroje

LIBRA, POULEK (2007) uvádějí, že lidstvo ve své historii nejdříve využívalo energii svých svalů, později sílu zvířat. Postupně přes využití energie větru či vody dospělo až k moderním výkonným elektrárnám a energetika se stala významnou součástí hospodářství všech států. Globálním problémem je ovšem nerovnoměrnost spotřeby energie, kdy 20 % populace Země žijící ve vyspělých státech spotřebuje 80 % světové výroby energie. Jako nejvýznamnější zdroj energie dnes slouží fosilní paliva. Přes 60 % energie vyrobené na celém světě pochází právě z fosilních paliv. Ta vznikala z biomasy rostlin a živočichů bez přístupu vzduchu po dobu milionů let hluboko pod zemským povrchem, kde byla vystavena značným teplotám a tlakům. Mezi fosilní paliva patří uhlí, ropa a zemní plyn. Nejvýznamnějším fosilním palivem je uhlí. V současnosti pokrývá světovou výrobu elektřiny z 39 % a celkovou spotřebu energie z 23 %. Velmi důležitým zdrojem energie je také ropa, jejíž spotřeba stále strmě stoupá, především kvůli rychlému ekonomickému rozvoji Číny. Zemní plyn je stlačen nad ropnými ložisky. Podle obsahu plynů ve směsi (především metan) se dělí na čtyři základní druhy- suchý, vlhký, kyselý a s vyšším obsahem inertních plynů. Autoři odhadují, že všechny uvedené zdroje energie pravděpodobně vystačí i pro 21. století, čemuž ale odporuje tvrzení OTČENÁŠKA (2006), jenž uvádí, že k vyčerpání zásob ropy a zemního plynu dojde již v průběhu 21. století, což zobrazuje graf číslo 1.

Nejen, že fosilní paliva patří mezi neobnovitelné zdroje a jejich zásoby se tenčí, ale také, jak uvádějí MOUDRÝ, STRAŠIL (1998) se jejich spalováním do ovzduší dostává obrovské množství oxidů síry a dusíku, těžkých kovů a dalších emisí, které výrazně poškozují životní prostředí. Rovněž zvyšování koncentrace oxidu uhličitého (CO_2) v atmosféře je nežádoucí, protože přispívá ke zvýšení skleníkového efektu, jenž může mít značný vliv na vznik nevratných klimatických změn. K těmto negativům fosilních paliv přidávají LIBRA, POULEK (2007) ještě rizika související s pracemi v dolech, požáry ropovodů, výbuchy plynovodů nebo kyselá deště. V neposlední řadě upozorňují, že 5- 30 % metanu uniká z potrubí netěsnostmi. Metan je skleníkový plyn padesátkrát účinnější než CO_2 .

Graf č. 1- Doba do vyčerpání zásob (zásoby/roční těžba):



(zdroj: OTČENÁŠEK, 2006)

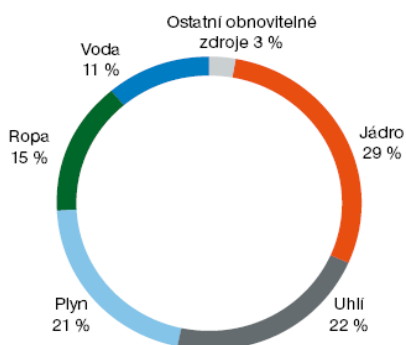
Dalším významným druhem energie je energie jaderná. V roce 2005 z ní bylo vyrobeno 17 % světové energie (LIBRA, POULEK 2007). OTČENÁŠEK (2006) uvádí, že výhodami jaderné energie v energetickém mixu jsou spolehlivý provoz jaderných elektráren, bezpečnost jaderných elektráren ve srovnání s uhelnými, ceny elektřiny srovnatelné s cenami z uhelných a plynových elektráren, nízký vliv palivových nákladů a zejména výroba nezatížená emisemi škodlivin, zejména oxidů uhlíku. V roce 2005 bylo v provozu 445 jaderných elektráren v 31 státech. Technicky těžitelné zásoby uranu by při stávajících typech reaktorů měly vystačit na stovky let, při použití rychlých reaktorů tisíce let.

Vyčerpatelnost fosilních zdrojů surovin pro energii a ekologické problémy spojené s jejich neúměrným využíváním nutí vyspělé státy Evropy k rozvoji způsobů využití obnovitelných zdrojů (USŤAK, 1998). LIBRA, POULEK (2007) upozorňují, že má-li být zachován trvale udržitelný rozvoj, je nezbytné přejít na alternativní paliva a elektrickou energii vyrábět z obnovitelných zdrojů. MOUDRÝ, STRAŠIL (1998) uvádějí, že ve 21. století by se měla obnovitelná energie stát základem světové energetické struktury. Úkolem alternativní energetické politiky je využití především obnovitelných, ekologických a racionálně dostupných zdrojů energie. V roce 1998 byl podíl obnovitelných zdrojů energie na celkové energetické bilanci

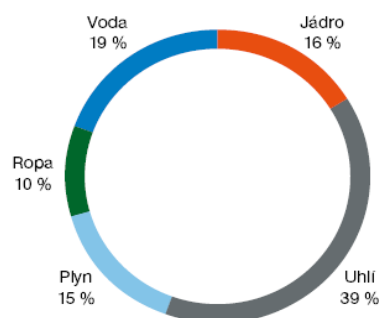
ve světě jen 18 %. Ve vyspělých státech to bylo ale jen 9 %, průměr zvyšovaly méně rozvinuté státy, kde byl podíl OZE na energetické bilanci zhruba 39 %. HANUS (2007) napsal, že obnovitelné zdroje energie tvoří stále jen malý podíl dodávek vyrobené energie, a to navzdory jejich rychlému rozvoji. Vodní elektrárny pokryly světovou spotřebu energie z 16%, a jen jedno procento připadlo dohromady na geotermální, větrné a solární zdroje. Na grafu číslo 2 je zobrazen podíl zdrojů na výrobě elektřiny podle informací ČEZ, a.s.

Graf č. 2- Podíl zdrojů na výrobě elektřiny:

Podíl zdrojů na výrobě elektřiny v EU



Podíl zdrojů na výrobě elektřiny ve světě



(zdroj: ČEZ, a. s.)

2.2 Obnovitelné zdroje energie, biomasa

2.2.1 Charakteristika a využití OZE

FRYDRYCH a kol. (2002) označuje obnovitelné zdroje energie (OZE) jako přírodní zdroje, které jsou pro využití buďto okamžitě, nebo pravidelně k dispozici a neustále se obnovují. AITKEN (2003) v Bílé knize ISES uvádí, že OZE jsou zdroje energie neznečišťující, nevyčerpatelné, fungující v ustáleném souladu s přírodními ekosystémy a zemskými fyzikálními systémy. Jejich využívání je spojeno s tvorbou nových pracovních příležitostí a se vznikem nových průmyslových odvětví. Dále autor v Bílé knize ISES nastiňuje důvody vedoucí politiku státu k přechodu na OZE. Jsou to nově vznikající a lépe pochopené problémy životního prostředí a potřeba snížení potenciálního rizika plynoucího z hrozby teroristických útoků na velké elektrárny, které představují poměrně snadné cíle. Dalším důvodem může být

přitažlivost ekonomických a environmentálních příležitostí, které během přechodu na obnovitelné zdroje energie vznikají. Využívání obnovitelných zdrojů energie rovněž přispívá k nezávislosti státu na dovážených zdrojích energie. MOUDRÝ, STRAŠIL (1998) charakterizují OZE jako přírodní zdroje energie, které se neustále obnovují. Za hlavní zdroj přímé i nepřímé obnovitelné energie označují Slunce. Mezi obnovitelné zdroje energie řadí přímou energii slunečního záření, energii vodních toků, energii větru, energii vnějšího prostředí, energii biomasy, dále energii termálních vod a rekuperovanou energii včetně části energie získávané tepelnými čerpadly. Dále uvádějí zpracování exkrementů hospodářských zvířat na bioplyn, spalování slámy a dřeva pro energetické účely a zpětné využití biologického tepla z odvětrávaného stájového vzduchu. Tyto činnosti lze označit za OZE, ale i za druhotné zdroje energie. S tímto více méně souhlasí i LIBRA a POULEK (2007), kteří ještě k OZE řadí vlastní sílu a sílu zvířat.

Ze Zprávy o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů za rok 2007 (ANONYM1) vyplývá, že v České republice se z obnovitelných zdrojů vyrobilo v roce 2007 pouze 4,74 % hrubé spotřeby elektrické energie. Česká republika se přitom v souvislosti s přístupovou smlouvou (Akt o přistoupení v příloze č. II, kapitole 12, A bod 8a) zavázala Evropské unii ke splnění indikativního cíle ve výši 8 % podílu elektřiny z OZE na hrubé domácí spotřebě elektřiny České republiky v roce 2010 a zároveň by v tomto roce měl tvořit podíl obnovitelných energií na primární spotřebě energetických zdrojů 6 %. Množství elektřiny vyrobené z jednotlivých druhů OZE v České republice v roce 2007 je znázorněno v tabulce 1.

Tab. 1- Shrnutí výroby OZE v roce 2007 v České republice:

	Hrubá výroba elektřiny	Podíl na hrubé domácí spotřebě	Podíl na hrubé výrobě elektřiny
	MWh	%	%
Vodní elektrárny	2 089 600,0	2,9	2,37
Biomasa celkem	968 062,9	1,34	1,10
Bioplyn celkem	215 223,0	0,30	0,24
Tuhé komunální	11 975,1	0,02	0,01
Větrné elektrárny	125 100,0	0,17	0,14
Fotovoltaické	2 127,0	0,00	0,00
Kapalná biopaliva	9,0	0,00	0,00
Celkem	3 412 097,0	4,74	3,87

(zdroj: MPO)

V České republice je vlivem místních podmínek relativně nízký využitelný potenciál energie větru i nových vodních elektráren. Slibný může být potenciál sluneční energie, pokud ji dokážeme využívat s vyšší účinností, případně energie geotermální. Oproti tomu je využitelný potenciál energie biomasy podstatně vyšší a představuje tak více než 80 % v současnosti dostupného potenciálu všech obnovitelných energií (PETŘÍKOVÁ a kol., 2006).

2.2.2 Biomasa

Biomasa se rozumí všechny přírodní produkty, které jsou výsledkem procesu fotosyntézy, schopného zachytit 1- 3 % dopadající sluneční energie (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998). FUKSA (2009) definuje biomasu jako substanci biologického původu. Je získávána jako výsledek výrobní činnosti (zejména pěstování rostlin a chov živočichů), nebo se jedná o využití odpadů ze zemědělské, potravinářské a lesní výroby, z komunálního hospodářství, z údržby krajiny a podobně. Fytomasa je charakterizována jako veškerá organická hmota rostlinného původu vznikající v přírodě v průběhu fotosyntézy. Předností biomasy dle NOSKIEVIČE (1996) je zejména její obnovitelnost a také její dostupnost. Navíc k jejímu cílenému pěstování může sloužit přebytečná zemědělská půda, dnes nepotřebná k produkci potravin. Té bylo na našem území v roce 2 000 podle odhadů ministerstva zemědělství 465 tis. ha orné půdy a 523 tis. ha luk a pastvin (PETŘÍKOVÁ, 2001). Další výhodou biomasy vidí PETŘÍKOVÁ (2000) v sociálně ekonomickém odvětví a to především na venkově, kde může vytvářet řadu nových pracovních míst a současně zajišťovat údržbu krajiny. FUKSA (2009) uvádí, že energetické rostliny lze pěstovat i na důlních výsypkách či složitých popela. Fytopaliva je možné standardizovat co do tvaru, objemové hmotnosti i výhřevnosti.

PETŘÍKOVÁ a kol. (2006) uvádí i nevýhody biomasy, z nichž jako hlavní označuje nedostatečnou ekonomickou konkurenční schopnost vůči fosilním palivům a kolísavé výnosy biomasy. FUKSA (2009) vidí nedostatky také v nízké objemové hmotnosti fytomasy, z čehož vyplývají velké požadavky na skladovací prostory. NOSKIEVIČ (1996) upozorňuje i na laické a nezodpovědné provozování spalovacích zařízení pro biomasu, protože tak může dojít k výraznému překročení emisních limitů některých škodlivin.

2.3 Charakteristika vybraných druhů trav

Ideální energetické plodiny by měly vynikat rychlým růstem a to i při nižších teplotách, malým podílem dusíku a popelovin, vytrvalostí a dobrým přezimováním. Měly by rašit časně na jaře a hynout pozdě na podzim s návratem části živin do přežívajících částí rostliny. Recyklace živin umožňuje nízké nároky na přísun živin. Důležitými vlastnostmi ideálních energetických plodin by měly být vysoká odolnost proti chorobám a velká konkurenční schopnost, nízká spotřeba vody a zároveň odolnost vůči suchu (HAVLÍČKOVÁ a kol., 2008).

2.3.1 Srha říznačka (*Dactylis glomerata*)

RANDUŠKA, ŠOMŠA, HÁBEROVÁ (1986) popisují srhu říznačku neboli srhu laločnatou jako 100- 150 cm vysokou travu s přímými kolénkatými lodyhami. Uvádějí, že srha je hustě trsnatá tráva. S tím ale nesouhlasí ŠANTRŮČEK a kol. (2001), který řadí srhu do volně trsnatých trav převážně ozimého charakteru. Srha patří, jako všechny trávy, do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). V roce setby a jako otava nemetá. Po seči obrůstá dlouze olistěnými vegetativními výhonky. Díky jejím vlastnostem jako je rychlý jarní vývin, rychlost růstu, mohutnost trsu, vzrůstnost nebo délka a šířka listů, má velmi velkou konkurenční schopnost. Mírně ji však mohou potlačovat jílky v prvních dvou letech vývoje. Nejvyšší výnosy srha poskytuje ve 2.-3. roce vegetace. V příznivých podmínkách a při správné agrotechnice vydrží porost srhy 6- 10 let, po 5. roce ale klesá její vitalita i výnos. Nejvíce jí vyhovují dostatečně vlhké, písčitohlinité až hlinité humózní půdy s pH 6, dobře ale snáší i slabě kyselou půdní reakci. Nevyhovující jsou pro srhu extrémně těžké nebo naopak extrémně lehké půdy. VRZAL, NOVÁK (1995) upozorňují, že na lehkých vysychavých půdách poskytuje porost srhy malé výnosy a vyznačuje se horší kvalitou a současně i vyšším obsahem křemíku, jak píše ŠANTRŮČEK a kol. (2001). Srha říznačka výborně reaguje na hnojení dusíkem. Při trojsečném využití s hnojením N₁₀₀PK poskytuje podle autorů průměrný výnos 13,2 tun sušiny z hektaru.

Kromě pícninářského využití se srha říznačka nyní používá i pro energetické účely. Jak uvádí POULÍK (1996), porosty srhy jsou vhodné pro výrobu bioplynu, kdy je třeba sklízet je na počátku metání (2- 3 seče). Srhu je ale možné také spalovat.

V tomto případě se většinou provádí pouze jedna seč v době po odkvětu, nebo brzy zjara. Podle HAVLÍČKOVÉ a kol. (2008) se stébla srhy využívají také pro výrobu buničiny.

2.3.2 Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*)

ŠANTRŮČEK a kol. (2001) uvádí, že ovsík vyvýšený je tráva převážně jarního charakteru. Zjara obrůstá jako jedna z prvních trav. I v druhé seči tvoří plodná stébla. Ovsík je víceletá, avšak málo vytrvalá tráva, což potvrzuje PETŘÍKOVÁ a kol. (2006), která píše, že na stanovišti vydrží většinou 3 roky, maximálně 5 let. Dále popisuje ovsík jako volně trsnatou, vysoce vzrůstnou travu, dorůstající výšky až 150 centimetrů. Trs je vzpřímený a středně hustý. Díky široce rozvětvené kořenové soustavě pronikající do velkých hloubek dobře odolává přísuškům. Ovsíku svědčí spíše mírné klima a sušší stanoviště, drsnější podmínky snáší špatně. Podle OCHODKA a kol. (2006) má díky vysokému, středně poléhavému stéblu předpoklady k využití ve fytoenergetice pro přímé spalování nebo jako přídavek do fermentoru při výrobě bioplynu.

K energetickým účelům se může použít již začátkem července po výmlatu semene. Suchou slámu je možné slisovat do hranatých balíků a spálit v biokotelně. K výlučně energetickým účelům, se sklízí veškerá nadzemní biomasa, nejlépe před plnou zralostí semen. Biomasa ovsíku vyvýšeného v suchém stavu se využívá převážně k přímému spalování ve formě balíků, řezanky, briket či pelet (PETŘÍKOVÁ a kol., 2006).

2.3.3 Chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*)

Chrastice, nazývaná také lesknice, je vytrvalá výběžkatá tráva. Patří mezi naše nejvyšší trávy. Výška stébel může přesahovat 2 metry. Mohutná přímá stébla jsou zakončena jednostrannou latou. Sterilní výhony jsou hustě olistěné, listy jsou dlouhé a široké. Kořenový systém je mohutný a prorůstá do značných hloubek. Chrastice vytváří dlouhé podzemní výběžky (SOUČKOVÁ a kol., 2006). Jako optimální podmínky pro lesknici považuje ŠNOBL a kol. (2004) těžší půdy s půdní reakcí okolo pH 5 a s bohatou zásobou živin. Na takovýchto pozemcích vydrží porost několik let. ŠANTRŮČEK a kol. (2001) uvádí, že lesknice se přirozeně

vyskytuje poblíž vodních zdrojů a je tedy adaptována i na přechodné záplavy. Snese ale i krátkodobé přísušky a drsnější klima.

Chrastice rákosovitá se využívá jako krmivo nebo pro výrobu buničiny. Stále větší význam ale nabývá ve fytoenergetice. Slouží buď k výrobě elektřiny, přímému spalování, nebo se formuje do briket či pelet. Případně se může lesknice využívat i k výrobě bioplynu (PETŘÍKOVÁ a kol., 2006).

2.4 Energetické využití trav

2.4.1 Možnosti využití

Dle FUKSY (2009) závisí způsob využití biomasy na jejích fyzikálních a chemických vlastnostech. Nejdůležitějším parametrem je obsah sušiny. Hraniční hodnota je 50 % sušiny v biomase, kdy materiál s obsahem sušiny vyšším než 50 % je vhodný k takzvaným suchým procesům získávání energie. Naopak, biomasa s nižším obsahem se zpravidla využívá k tzv. mokrým procesům získávání energie. MURTINGER (2007) rozděluje biomasu na suchou a mokrou také podle obsahu sušiny, ovšem jako hraniční hodnotu považuje 40 %.

PASTOREK (1996) dělí způsoby získávání energie do čtyř skupin. První z nich je termochemická přeměna biomasy (suché procesy), kam řadí spalování, zplyňování a pyrolýzu biomasy. Druhou skupinu tvoří biochemická přeměna biomasy neboli mokré procesy, zahrnující alkoholové a metanové kvašení. Další skupina je fyzikální (mechanická- peletování, briketování, drcení apod.) a chemická (esterifikace surových bioolejů) přeměna biomasy. Poslední způsob získávání energie z biomasy je podle autora využívání odpadního tepla při zpracování biomasy (např. při kompostování). V praxi má kromě výroby metylesteru kyselin bioolejů největší využití především spalování biomasy a výroba bioplynu anaerobní fermentací. V České republice není dostatek lesní odpadní biomasy, proto je třeba využívat jiných zdrojů biomasy, zejména cíleného pěstování energetických plodin.

2.4.1.1 Spalování fytomasy

Spalování je nejstarší a i dnes nejvíce rozšířenou termochemickou přeměnou biomasy. Při teplotách vyšších než 660 °C dochází k rozkladu organického

materiálu. Spalování biomasy slouží k výrobě tepla, páry nebo elektrické energie (ŠIMON, STRAŠIL, 2000).

Využití biomasy jako OZE formou spalování je možné v bioelektrárnách, ale podstatně důležitější je jeho role v menších teplárnách. Teplo může být využito například k vytápění objektů nebo k ohřevu vody. Ke spalování se používají kamna a kotle různých velikostí a výkonů. Výkon kotlů může být až 3 000 MW. Konstrukce musí být speciálně uzpůsobená pro spalování fytohmoty. V současnosti je spalování biomasy po technické stránce stále zdokonalováno. Obsah vody by měl být u stébelnin nižší než 20 %, v některých případech je nutné dosoušení (FUKSA, 2009). Palivo je také nezbytné upravit do určitých standardizovaných tvarů. ŠNOBL a kol. (2004) uvádí například obří kvádrové balíky, balíky válcového tvaru, brikety nebo pelety.

Podle FUKSY (2009) jsou v českých podmínkách pro spalování vhodné, z jednoletých trav, například lesknice kanárská a proso seté. Výhodnější je ale pěstování trav víceletých a vytrvalých. Jedná se zejména o ovsík vyvýšený, psineček veliký, kostřavu rákosovitou, sveřep bezbranný, sveřep horský, chřastici rákosovitou a ozdobnici čínskou. Potenciálně vhodné by mohly být i další trávy: jílek mnohokvětý, bojínek luční, psárka luční, rákos obecný, třtina křovištní a jiné. ŠNOBL a kol. (2004) uvádí přibližnou výhřevnost stébelnatých plodin 18 MJ na kilogram sušiny. Tento druh biomasy podle něj obsahuje asi 8 % popelovin.

2.4.1.2 Výroba bioplynu

„Biologický rozklad organických látek je složitý vícestupňový proces, na jehož konci působením metanogenních acetotrofních a hydrogenotrofních mikroorganismů vzniká bioplyn, který se v ideálním případě skládá ze dvou plynných složek, metanu (CH_4) a oxidu uhličitého (CO_2). Průběh tohoto procesu ovlivňuje řada dalších procesních a materiálových parametrů, například složení materiálu, podíl vlhkosti, teplota prostředí, číslo pH neboli kyselost materiálu, anaerobní (bezokyslíkaté) prostředí, absence inhibičních biochemických látek atd.“ (KÁRA a kol., 2007, s. 3). Autoři dále uvádějí, že tento proces, nazývaný anaerobní fermentace či metanové kvašení, v přírodě probíhá za určitých podmínek samovolně.

Je ale možné ho vyvolat i uměle použitím biotechnických zařízení. V technické praxi se používá slovo bioplyn pro označení směsi plynů vzniklé anaerobní fermentací vlhkých organických látek v umělých technických zařízeních (reaktorech, digestorech, atd.).

MUŽÍK, KÁRA (2009) vysvětlují proces anaerobní digesce zjednodušeně ve čtyřech základních fázích. První z nich je hydrolýza, při které dochází k přeměně polymolekulárních organických látek na nižší monomery. Následuje acidogeneze, což je přeměna jednoduchých organických sloučenin na mastné kyseliny působením acidogenních bakterií. Třetí fází je acetogeneze, jejímž hlavním produktem je kyselina octová. Poslední fáze se nazývá metanogeneze. Při ní dochází k tvorbě metanu a oxidu uhličitého vlivem působení metanogenních bakterií.

Vzniklá směs obsahuje kromě majoritních plynů, kterými jsou metan (55- 80 %) a oxid uhličitý (20- 45 %) i objemově zanedbatelnou řadu minoritních plynů, například sirovodík, dusík nebo vodu, jak uvádějí MOUDRÝ, STRAŠIL (1998). Přesné složení závisí především na fermentovaném materiálu a technologii fermentace. Z důvodu korozivních účinků a toxicity sirovodíku se obvykle provádí čištění bioplynu. Bioplyn je nízkovýhřevný plyn s energetickou hodnotou 20 000- 25 000 kJ.m⁻³ při 60 % metanu. Vyčištěním se jeho výhřevnost zvyšuje.

Zařízení pro výrobu bioplynu se nazývá bioplynová stanice (BPS). V současnosti existuje mnoho typů a provedení BPS. Využívané technologie se dělí podle způsobu plnění fermentoru materiálem, podle konzistence tohoto substrátu a podle toho, zda jde o jednostupňový či vícestupňový proces (MUŽÍK, KÁRA, 2009).

Jak uvádí KÁRA a kol. (2007), mezi způsoby energetického využití bioplynu patří přímé spalování (ohřev vody, vaření, topení,...), výroba elektrické energie a ohřev teplotnosného média (kogenerace), trigenerace (kombinovaná výroba elektrické energie, ohřev teplotnosného média a výroba chladu- spojení s absorpční chladicí jednotkou), pohon spalovacích motorů nebo turbín k získání mechanické energie a využití bioplynu v palivových člancích. Odpad z fermentoru slouží jako kvalitní organické hnojivo. Podle MUŽÍKA, KÁRY (2009) se v praxi nejčastěji využívá kogeneračních jednotek. Tato metoda přeměny energie z bioplynu na elektřinu a teplo má vysokou účinnost. Asi 30 % energie je využito pro výrobu elektřiny, 60 %

tvoří energie tepelná a zbytek jsou tepelné ztráty. Na výrobu 1 kWh elektrické energie (kWh_e) je potřeba spálit v kogenerační jednotce cca 0,6-0,7 m³ bioplynu s obsahem kolem 60 % metanu. Na výrobu 1 kWh_e a 1,27 kWh_i je potřeba cca 5-7 kg odpadní biomasy, 5-15 kg komunálních odpadů nebo 4-7 kg tekutých komunálních odpadů.

MUŽÍK, KÁRA (2009) uvádějí, že nejvíce materiálů vhodných pro výrobu bioplynu je produkováno v zemědělství. Jedná se zejména o exkrementy hospodářských zvířat, vedlejší produkci z rostlinné výroby a cíleně pěstované energetické plodiny. K výrobě bioplynu se ale dají využívat například i městské odpady a komunální odpadní vody (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998). Celoroční provoz bioplynových stanic vyžaduje kontinuální zásobování fermentoru organickou hmotou. Z tohoto důvodu je nutné vstupní rostlinnou surovinu konzervovat (silážovat). Pro tyto účely jsou vhodné zejména rostliny ze skupiny pícních plodin (srha říznačka, ovsík vyvýšený, chrastice rákosovitá,...) (FUKSA, 2009). Dle údajů STRAŠILA (2009) je nejvýhodnější fermentor plnit směsí kejdy a travní biomasy, která vyprodukuje zhruba 185 m³ bioplynu z 1 tuny substrátu, zatímco produkce bioplynu z tuny travní biomasy je pouze 150 m³ a z 1 tuny kejdy dokonce jen 35 m³.

2.5 Ekonomika pěstování trav

2.5.1 Náklady na pěstování energetických trav

HAVLÍČKOVÁ a kol. (2008) upozorňuje, že současné znalosti o ekonomice záměrně pěstované biomasy jsou do jisté míry omezené krátkou dobou experimentování a malým množstvím ploch osetých energetickými travami. Také se ještě stále hledají optimální stanoviště pro pěstování jednotlivých druhů energetických plodin.

Do vstupních nákladů zahrnuje:

- přípravné procesy a režii (pronájem pozemku, daň z pozemku, analýzy, administrativní úkony,...),
- přípravu pozemku (chemická likvidace plevelů, hnojení, vápnění, orba,...),
- náklady na osivo (nákup, doprava, skladování),
- náklady na založení porostu (předset'ová příprava pozemku, setí, válení, odplevelení,...),

- sklizeň a procesy mezi sklizněmi (posečení, balíkování, odvoz, hnojení,...),
- náklady na likvidaci porostu (zaorání zbytků porostu).

KOVÁŘOVÁ a kol. (2006) rovněž uvádí modelové náklady na produkci energetických trav, které dle ní zahrnují všechny operace pěstování, sklizně a transportu produkce do zemědělského podniku bez skladování. Náklady rozděluje na variabilní (proměnné), které vznikají bezprostředně při výrobním procesu a jsou přímo úměrné rozsahu výroby a na náklady fixní (stálé), vznikající před započítáním výroby a pěstitel je musí vynaložit, i když nevyrobí. Do variabilních nákladů řadí průmyslová, vápenatá a statková hnojiva, osivo, sadbu, prostředky na ochranu rostlin, náklady na mechanizované práce (osobní náklady obsluhy strojů, pohonné hmoty a maziva, udržování a opravy strojů), ostatní variabilní náklady (ostatní materiál). Mezi fixní náklady patří především nájemné půdy, daně, odpisy a opravy staveb, odpisy strojů, úroky, výrobní a správní režie.

STRAŠIL (2008) uvádí, že náklady na pěstování různých druhů energetických trav se v jedné lokalitě liší jen mírně. V rámci území České republiky se však celkové náklady na výrobu mohou lišit výrazněji. Náklady na výrobu a zpracování a případné dosoušení se musí kalkulovat na jednotlivé konkrétní případy, neboť cena suroviny bude záviset na mnoha okolnostech, jako jsou způsob zakládání a sklizně jednotlivých plodin, délka pěstebního období, vzdálenosti přepravy, způsob naskladnění, skladování a vyskladnění, dosoušení apod. Modelové náklady na pěstování vybraných trav (pro srovnání jsou uvedeny i náklady na pěstování sveřepu bezbranného) podle způsobu využití a různých termínů sklizně jsou uvedeny v tabulce 2. Náklady v sobě zahrnují součet variabilních a fixních nákladů. Počítá se s každoročním přihnojením dusíku v dávce 100 kg/ha a deseti lety trvání porostu, během kterého bude třikrát přihnojen fosforem a draslíkem v dávce 300 kg/ha superfosfátu a 150 kg/ha DS. Porosty na spalování budou sklizeny jedenkrát ročně, porosty na bioplyn třikrát.

Tab. 2- Modelové náklady na pěstování vybraných druhů trav podle jednotlivých sledovaných ukazatelů

Plodina	pěstování na spalování				pěstování na bioplyn	
	letní sklizeň (Kč/ha)	jarní sklizeň (Kč/ha)	letní sklizeň (Kč/t)	jarní sklizeň (Kč/t)	za rok	
					(Kč/ha)	(Kč/t)
Sveřep	10 879	8 376	1 876	1 571	17 306	2 545
Lesknice	10 759	8 800	1 855	1 651	17 471	2 569
Ovsík	11 056	8 871	1 525	1 408	17 601	2 080
Srha	10 796	8 293	1 389	1 489	17 410	1 989

(Zdroj: STRAŠIL, 2008)

Detailně rozepsané náklady na pěstování a sklizeň chřastice rákosovité publikuje KUNCOVÁ (2004) v tabulce 3. V těchto nákladech je zahrnuta i cena za zpracování produktu do formy řezanky nebo velkoobjemových balíků. Pokud se biomasa upravuje do tvarů a velikostí použitelných i v menších domácích kotlích, připadají na tyto operace další náklady. Cena výroby jedné tuny briket z biomasy se pohybuje v rozmezí 612 až 690 korun. Náklady na peletování bývají zpravidla nižší, interval nákladů na jejich výrobu je však širší. Jedna tuna pelet se může vyrobít od 430 do 635 korun. Podle ABRHAMA, KOVÁŘOVÉ (2006) se však náklady na briketování či peletování pohybují kolem 700 korun za tunu.

Tab. 3- náklady na pěstování a sklizeň chřastice rákosovité (rok 2003)

	Ukazatel	Jednotka	Sklizeň		
			lisem	řezačkou	sběr. návěsem
Pěstování a sklizeň	Organická hnojiva	Kč.ha ⁻¹	-	-	-
	Průmyslová a váp.	Kč.ha ⁻¹	2.286	2.286	2.286
	Osivo, sadba	Kč.ha ⁻¹	345	345	345
	Chemické přípravky	Kč.ha ⁻¹	35	35	35
	Materiál celkem	Kč.ha ⁻¹	2.666	2.666	2.666
	Mechanizovaná práce	Kč.ha ⁻¹	3.706	3.994	2.336
	Spotřeba paliva	l.ha ⁻¹	38,3	54,4	26,2
	Potřeba práce	h.ha ⁻¹	4,30	3,90	3,90
	Variabilní celkem	Kč.ha ⁻¹	6.372	6.610	5.032
	Nájem půdy + daně	Kč.ha ⁻¹	760	760	760
	Odpisy a opravy staveb	Kč.ha ⁻¹	670	670	670
	Úroky z úvěrů	Kč.ha ⁻¹	600	600	600
	Výrobní a správní režie	Kč.ha ⁻¹	374	374	374
	Fixní celkem	Kč.ha ⁻¹	2.404	2.404	2.404
	Náklady celkem	Kč.ha ⁻¹	8.776	9.014	7.436

(Zdroj: KUNCOVÁ, 2004)

2.5.2 Výnosy energetických trav

2.5.2.1 Faktory ovlivňující výnosy

Velikost výnosů má zásadní vliv na celkovou ekonomiku pěstování energetických trav. Pro přímé spalování jsou podle PETŘÍKOVÉ (2005) efektivní rostliny, které dosahují výnosu kolem 10 t suché hmoty z 1 ha. PETŘÍKOVÁ a kol. (2006) uvádí, že energetické plodiny lze obecně charakterizovat jako nenáročné. Zároveň ale upozorňuje, že se nejedná o plodiny bezúdržbové nebo plevelné. Každá plodina potřebuje svou péči, ochranu před chorobami a škůdci, zajištění dostatečného množství přístupných živin, ale i předset'ovou úpravu pozemku a správné založení porostu, jinak se dají očekávat pouze nízké výnosy. HAVLÍČKOVÁ a kol. (2008) řadí k nejdůležitějším faktorům ovlivňujícím pěstování a následné výnosy půdně-klimatické podmínky, výběr pozemku, zařazení do osevního postupu, agrotechnická opatření včetně zpracování půdy a výživy rostlin.

2.5.2.2 Srha říznačka

Jak uvádí HAVLÍČKOVÁ a kol. (2008), pro energetické účely se srha laločnatá pěstuje nejčastěji v monokultuře na 4- 6 užitkových let. Vysévá se do hloubky 1- 2,5 centimetrů při výsevku 20- 24 kilogramů na hektar. Biomasa srhy je obecně vhodnější spíše k výrobě bioplynu, ovšem lze ji využít i k přímému spalování. Při variantě pěstování srhy pro přímé spalování, se porost využívá zpravidla pouze jednosečně. V tomto případě je nejvhodnější termín pro sečení období zrání srhy (červenec, srpen). Je však možný i časný jarní termín seče, který je výhodnější z hlediska vyššího obsahu sušiny, avšak je nutné počítat až s 40 % ztrátami biomasy způsobenými přezimováním. Pro výrobu bioplynu je vhodné sklízet srhové porosty dvakrát ročně. Nejdříve ve fázi metání (koncem května) a poté počátkem září. Autorka prezentuje dosažené výnosy sušiny (vlhkost 15 %) srhy laločnaté v tabulce 4. Jedná se o pokusné porosty v různých nadmořských výškách využívané trojsečně.

Tab. 4- Průměrné výnosy sena (bez provozních ztrát) srhy laločnaté u dvou lokalit v bramborářském (S₁) a řepařském (S₂) výrobním typu

Pokus	Stanoviště, užitkový rok, výnos sena v t/ha											
	S ₁ - Kaplice, 650 m n. m.				S ₂ - H. Životice, 275 m n.				S ₁₂ - průměr obou lokalit			
Odrůda	1.	2.	3.	X _{1..3}	1.	2.	3.	X _{1..3}	1.	2.	3.	X _{1..3}
Niva	12,12	12,36	10,45	11,64	12,53	14,59	17,34	14,82	12,32	13,48	13,90	13,23
Lada	12,17	12,10	11,11	11,79	12,71	13,69	16,81	14,40	12,44	12,90	13,96	13,10

(Zdroj: HAVLÍČKOVÁ a kol., 2008)

FADRŇÝ (2009) publikuje výsledky z pokusného pěstování srhy říznačky v různých zkušebních stanicích (ZS). Jedná se ovšem o pětisečné využití. Velikost výnosů je znázorněna v tabulce 5.

Tab. 5- Průměrné výnosy sena srhy laločnaté v různých ZS

Pokus	Stanoviště, užitkový rok, výnos sena v t/ha					
	Hradec nad Svitavou	Chrastava	Libějovice	Staňkov	Vysoká	průměr všech
Odrůda	450 m n.	345 m n.	460 m n.	370 m n.	585 m n.	
Niva	15,27	12,39	17,11	16,38	16,56	15,54
Lada	14,61	12,83	17,59	16,69	16,65	15,67

(Zdroj: FADRŇÝ, 2009)

2.5.2.3 Ovsík vyvýšený

HAVLÍČKOVÁ a kol. (2008) doporučuje pěstovat ovsík v monokultuře na 4-6 užitkových let. Vzdálenost řádků pro setí je 12,5- 24 cm, výsevek by se měl pohybovat v intervalu 35- 40 kg semene na hektar. Za optimální hloubku setí ovsíku se považuje 2,5 – 4 cm. Ovsík se pro účely výroby bioplynu využívá dvojsečně (1. seč do konce května, 2. seč konec června až polovina září) či trojsečně (1. seč do konce května, 2. seč kolem 20. července, 3. seč 15. -20. září). K přímému spalování, se ovšem doporučuje, obdobně jako u srhy jen jedna seč za rok. Ideálně v srpnu či září, brzká jarní sklizeň je však také možná. Díky vyššímu obsahu dusíkatých a minerálních látek je ovsík vhodnější k výrobě bioplynu než k přímému spalování. Výnosy sušiny ovsíku podle HAVLÍČKOVÉ a kol. (2008) jsou znázorněny v tabulce 6. Výrazně menší výnosy, v intervalu 7- 9 tun na hektar, uvádí PETŘÍKOVÁ a kol. (2006).

Tab. 6- Průměrné výnosy sena (bez provozních ztrát) ovsíku vyvýšeného u dvou lokalit v bramborářském (S₁) a řepářském (S₂) výrobním typu

Pokus	Stanoviště, užitkový rok, výnos sena v t/ha											
	S ₁ - Kaplice, 650 m n. m.				S ₂ - H. Životice, 275 m n. m.				S ₁₂ - průměr obou lokalit			
Odrůd	1.	2.	3.	X ₁₋₃	1.	2.	3.	X ₁₋₃	1.	2.	3.	X ₁₋₃
Medián	10,90	13,08	11,76	11,91	12,82	15,61	16,18	14,87	11,86	14,34	13,97	13,39

(Zdroj: HAVLÍČKOVÁ a kol., 2008)

2.5.2.4 Chrastice rákosovitá

Při pěstování na biomasu, se chrastice rákosovitá seje do řádků širokých 12,5-25 cm. Výsevek v monokultuře činí 20- 25 kg (STRAŠIL, HUTLA, 2004). Lesknice je vhodnější pro spalování než pro výrobu bioplynu. Jak uvádí KUNCOVÁ (2004), sklízet by se měla brzy po zimě, dokud má nízký obsah vody (12- 20 %). Ztráty po přezimování jsou poměrně malé (25 %). Druhá výhoda časně sklizně spočívá podle MOUDRÉHO, STRAŠILA (1998) v nižším obsahu živin v biomase oproti rostlinám sklizeným například v srpnu. Pokud je lesknice sklizena na bioplyn, provádí se během roku dvě až tři seče. Správně založený porost, podle HAVLÍČKOVÉ a kol. (2008), vydrží na stanovišti řadu let. Porost navíc chrání celoročně půdu a zlepšuje její fyzikální, chemické i biologické vlastnosti.

PETŘÍKOVÁ a kol. (2006) uvádí průměrné výnosy sušiny chrastice v okolních státech ve výši 4,5- 9 tun z hektaru. Zároveň ale publikuje skutečnost, že na uměle založených loukách při hnojivé závlaze je možné dosáhnout výnosů přes 15 tun na hektar. Dále upozorňuje na značnou závislost výnosů na průběhu počasí v jednotlivých letech. Výnos nejvíce ovlivňuje rozdělení srážek během vegetace. HAVLÍČKOVÁ a kol. (2008) píše, že v našich polních pokusech se v závislosti na agrotechnických opatřeních a půdně-klimatických podmínkách dosáhlo u tříletých porostů výnosu 5,3- 12,6 tun sušiny z hektaru.

2.5.3 Výhřevnost

Výhřevnost je definována jako celkové množství tepla (v kJ) na jednotku daného vzorku paliva (1 g) s daným obsahem vody po úplném spálení při tlaku 1 bar, jestliže ze vzorku při spálení odpařená voda a voda ze spáleného vodíku ze vzorku

zůstanou ve formě vodní páry a odchází se spalinami. Běžně se udává v MJ/kg, v GJ/t nebo v kWh/kg. Výhřevnost biomasy značně závisí na obsahu vody, což je podíl vody (v %) na celkové hmotnosti vzorku paliva. Množství vody lze vyjádřit také termínem vlhkost, používaným často u dřeva. Procento vlhkosti představuje poměr obsahu vody k sušině vzorku (PETŘÍKOVÁ a kol., 2006). Vlhkost v palivech by podle UŠŤAKA (2005) měla být co nejnižší, aby bylo zajištěno ekologické a efektivní spalování. Za optimální se považuje vlhkost biomasy v rozmezí 15 – 20 % (tzv. standardní sušina). Moderní kotle dokážou spálit biomasu i při 50% vlhkosti, výtěžnost energie však při vlhkosti vyšší než 20 % prudce klesá. MALAŤÁK a kol. (2005) upozorňuje, že je nutné, aby spalovací proces probíhal za optimálních podmínek, jinak není spalování energetických rostlin přínosem.

FRYDRYCH (2000) v tabulce 7 publikuje výsledky sklizně a rozborů výhřevnosti různých druhů trav sklizených v roce 1998. Výhřevnost byla přepočítána koeficientem černého uhlí na hektar. Trávy byly pěstovány při dvou úrovních výživy. Jako nehnojené a jako hnojené minimálním množstvím průmyslových hnojiv (50 kg dusíku/ha).

Tab. 7- Výsledky stanovení energetické hodnoty vybraných druhů trav- 1. seč

Číslo	Druh trávy	Intenzita	Výnos sušiny v t/ha	Výhřevnost celkem		Ekvivalentní množství černého uhlí v tunách*
				GJ/ha	MJ/kg	
1	Lesknice rákosovitá	Nehnojeno	3,82	60,9	15,9	2,06
		Hnojeno	5,25	83,7	15,9	2,83
2	Ovsík vyvýšený	Nehnojeno	3,37	52,0	15,4	1,76
		Hnojeno	4,31	66,5	15,4	2,25
3	Kostřava rákosovitá	Nehnojeno	3,98	78,7	19,8	2,66
		Hnojeno	5,29	104,6	19,8	3,54
4	Psineček veliký	Nehnojeno	4,74	91,2	19,2	3,09
		Hnojeno	8,06	155,1	19,2	5,26
5	Rákos obecný	Nehnojeno	3,68	67,5	18,34	2,29
		Hnojeno	5,05	92,6	18,34	3,14

*- ekvivalent černého uhlí v tunách- produkce sušiny z jednoho hektaru, která

nahradí uvedené množství černého uhlí

(Zdroj: FRYDRYCH, 2000)

Pro porovnání je uvedena výhřevnost i dalších druhů paliv v tabulce 8 podle údajů UŠŤAKA (1998), PETŘÍKOVÉ (2006) a SLADKÉHO (1996).

Tab. 8- Výhřevnost různých druhů paliv

Palivo	Výhřevnost v MJ/kg		
	UŠŤAK (1998)	PETŘÍKOVÁ (2006)	SLADKÝ (1996)
hnědé uhlí	14	13,6	16,5
černé uhlí	25	29,5	27
koks	28	25,9	27,5
dřevo	-	15,3	-
dřevní uhlí	-	30,1	-
rašelina	-	13,5	-
uhelné brikety	18	-	-
zemní plyn (1000 m ³)	33	-	33
topná nafta	43	-	41
LTO	41	-	41

(Zdroj: UŠŤAK (1998), PETŘÍKOVÁ (2006), SLADKÝ (1996))

2.5.4 Náklady na 1 GJ tepla

HAVLÍČKOVÁ a kol. (2007) uvádí, že cena biomasy jako paliva (včetně dopravy) je velmi variabilní a pohybuje se v rozmezí od 35 Kč/GJ až do částek přesahujících i 100 Kč/GJ. Vysoký rozptyl cen je podle autorky způsoben jednak tím, že trh s biomasou vhodnou pro spalování v teplárnách a výtopenách je dosud velmi nevyvinutý a také tím, že cenu biomasy velmi výrazně ovlivňují náklady na dopravu.

STRAŠIL a kol. (2003) uvádí ceny 1 GJ u vybraných energetických rostlin. U chrastice rákosovité uvádí cenu 56,40 Kč/GJ při pěstování na 5 let, při pěstování na 10 let se sníží na 51,88 Kč/GJ. U ozdobnice čínské je cena 78,84 Kč/GJ při pěstování na 10 let a 58,53 Kč/GJ při dvacetiletém pěstování. Dále uvádí ceny světlíce barvířské v hodnotě 87,35 Kč/GJ, čiroku 49,60 Kč/GJ a rákosu obecného 127,00 Kč/GJ.

Tab. 9- Náklady na jednotku energie v palivu (Kč/GJ)

Plodina	Forma paliva			
	balíky	řezanka	brikety	pelety
chrastice rákosovitá	81	83	113	102
šťovík Uteuša	99	104	144	134
křídlatka Bohemica	63	73	114	104
triticale	63	40	86	75
čirok	139	147	186	-
pšenice ozimá	-	109	150	140
kukuřice (sláma)	-	41	86	-

(Zdroj: PASTOREK, 2004)

PASTOREK a kol. 2004 stanovil náklady na jednotku energie paliv z různých druhů plodin a v různých formách. Přehledně jsou zobrazeny v tabulce 9.

2.5.5 Ekonomická efektivnost pěstovaných trav

2.5.5.1 Faktory ovlivňující cenu

Ekonomická efektivnost pěstování energetických rostlin je složitý problém, o kterém se stále diskutuje. Činnosti spojené s pěstováním a využitím těchto plodin se dotýkají mnoha hospodářských odvětví (zemědělství, zpracovatelský a lehký průmysl, strojírenství, energetika atd.). Tento problém zasahuje i do oblasti životního prostředí. Některé operace lze poměrně přesně ekonomicky určit, zatímco jiné jsou velmi variabilní (ŠIMON, STRAŠIL, 1999).

Pro cenu biomasy je rozhodující vztah mezi nabídkou a poptávkou.

Ze strany producentů jsou nejdůležitější tyto faktory:

- „vývoj cen jednotlivých rozhodujících vstupů do pěstování biomasy (např. ceny služeb v zemědělství, mzdy pracovníků, nájmy půdy apod.),
- daně a celková podpora podnikání, dotace na pěstování jednotlivých forem biomasy a celkový systém podpor eliminující či snižující rizika tohoto druhu podnikání,
- dotace na pěstování jednotlivých forem biomasy a celkový systém podpor eliminující či snižující rizika tohoto druhu podnikání.“ (HAVLÍČKOVÁ a kol., 2008, s. 76).

Mezi faktory na straně poptávky patří:

- „cena emisních povolenek,
- ekologické daně uvalené na fosilní paliva,
- regulační zásahy ze strany státu omezující užití určitých druhů paliv- např. zákaz užití uhlí s vyšším než max. povoleným obsahem síry,
- regulační zásahy ze strany státu zvyšující výhodnost užití biomasy- např. vyšší výkupní ceny elektřiny vyráběné na bázi užití biomasy,
- vývoj světových cen rozhodujících energetických komodit- ropa, zemní plyn, jaderné palivo,

vývoj cen uhlí jako rozhodujícího tuzemského energetického zdroje.“
(HAVLÍČKOVÁ a kol., 2008, s. 76)

Konečnou cenu biomasy ovlivňuje především velikost vstupních nákladů (mzdy, doprava, apod.). Tyto náklady se mohou v jednotlivých oblastech České republiky výrazně lišit. V ceně se projeví i to, že jednotlivé formy biomasy mají často velmi rozdílné podmínky pro konečné užití. Proto se do budoucna předpokládá, že rozdíly v cenách jednotlivých lokalit a různých forem biomasy budou relativně velké (HAVLÍČKOVÁ a kol., 2008).

2.5.5.2 Dotace

ABRHAM, KOVÁŘOVÁ (2006) píše, že využití travních porostů a energetických plodin jako paliva je v současné době bez dotací ekonomicky nereálné. Využití dostupných dotací ekonomiku pěstování ale výrazně zlepšuje. Biopaliva se tak na trhu ostatních druhů paliv stávají konkurenceschopná. Podle autorů je možné s využitím všech dostupných dotací vyrobit jednu tunu suché hmoty chrastice rákosovité lisované do formy balíků levněji, než je cena netříděného hnědého uhlí přímo u výrobce (bez dopravy). Oba druhy paliva přitom mají srovnatelnou výhřevnost. Biomasa v této formě je vhodná především do velkých kotlen. Obdobně i pelety či brikety z chrastice je možné vyrobit při poskytnutých dotacích za nižší náklady, než se prodává hnědé uhlí u prodejců v maloobchodní síti.

Jak autoři uvádějí, v roce 2006 bylo možné pro pěstování energetických trav využívat tyto dotace: jednotnou platbu na plochu (SAPS), doplňkovou platbu (TOP UP), podporu v oblastech LFA nebo NATURA 2000 a podporu pěstování energetických plodin. V současnosti je ale podle informací Státního zemědělského intervenčního fondu (SZIF) možné využít pouze podpory SAPS a LFA nebo NATURA 2000.

2.5.5.2.1 SAPS (Single Area Payment Scheme)

Jedná se o přímou formu podpory. Žadatel podává žádost o podporu na zemědělskou kulturu travní porost. Žadatel musí splnit určité podmínky. Například půda musí být vedena v Evidenci využití zemědělské půdy podle uživatelských

vztahů (systém LPIS) nebo plocha půdy, na níž žadatel hodlá čerpat podporu, musí mít rozlohu minimálně 1 hektar (ANONYM2). Pro rok 2009 byla podle FARKAČE (2009) sazba stanovena na 3 710 korun na hektar zemědělské půdy. Podpora byla vyplácena zálohově (do 16.10.2009 70 %, zbytek do 30. 6. 2010).

2.5.5.2.2 LFA a NATURA 2000

Podle Metodiky k provádění nařízení vlády č. 75/2007 Sb. (ANONYM2) se platba za přírodní znevýhodnění v horských oblastech a oblastech s jinými znevýhodněními (LFA) se poskytuje na travní porosty evidované v LPIS v několika oblastech. Jedná se o tyto typy území: horská oblast typu H^A, horská oblast typu H^B, ostatní méně příznivá oblast typu O^A, ostatní méně příznivá oblast typu O^B, specifická oblast typu S, specifická oblast typu S^X. Platba v oblastech Natura 2000 na zemědělské půdě se poskytuje pouze na travní porosty evidované v LPIS, které se nacházejí na území ptačích oblastí a zároveň na území 1. zóny národních parků nebo 1. zóny chráněných krajinných oblastí. Nebo na území evropsky významných lokalit zařazených do národního seznamu a zároveň na území 1. zóny národních parků nebo 1. zóny chráněných krajinných oblastí. Sazby plateb na 1 hektar travního porostu pro jednotlivé oblasti byly stanoveny takto: typ H^A 157 EUR, typ H^B 134 EUR, typ O^A 117 EUR, typ O^B 94 EUR, typ S 114 EUR, typ S^X 91 EUR, oblast NATURA 2000 112 EUR. Pro žádosti podané v roce 2009 byl stanoven směnný kurz 26,825 CZK/EUR.

2.5.5.2.3 Podpora pěstování energetických plodin

Podpora pěstování energetických plodin (takzvaný uhlíkový kredit) byla v roce 2009 ukončena a v současnosti již nelze podávat žádosti o platbu. V roce 2009 byla, jak uvádí FARKAČ (2009), vyplácena ve výši 1132,38 Kč/ha. Kromě jiných podmínek musel zemědělec pro vyplacení této dotace dosáhnout reprezentativního výnosu stanoveného Ministerstvem zemědělství (MZe) a SZIF (ANONYM3). Reprezentativní výnos pro rok 2009 byl stanoven na 6 tun/ha pro srhu laločnatou, 5 tun/ha pro ovsík vyvýšený a 7 tun/ha pro chřastici rákosovitou (ANONYM4).

3. Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je ověřit vhodnost vybraných druhů trav pro různé varianty energetického využití a zhodnotit ekonomickou efektivnost jejich pěstování a využívání.

Dílčí cíle:

- 1) Posoudit ekonomickou efektivnost pěstování jednotlivých druhů energetických trav na základě nákladů na agrotechniku a na základě výnosu sušiny.
- 2) Porovnat energetickou využitelnost trav v různých termínech sklizně a určit nejvhodnější termín sklizně
- 3) Posoudit z ekonomického hlediska energetickou využitelnost trav ve srovnání s dalšími energetickými rostlinami.

Hypotézy:

- 1) Pěstování energetických trav je bez dotační podpory ekonomicky neefektivní
- 2) Ze sledovaných trav se jako ekonomicky nejefektivnější jeví pěstování lesknice rákosovité
- 3) Výnos sušiny sledovaných trav je nejvyšší v podzimním termínu po prvním přemrznutí.

4. Materiál a metodika

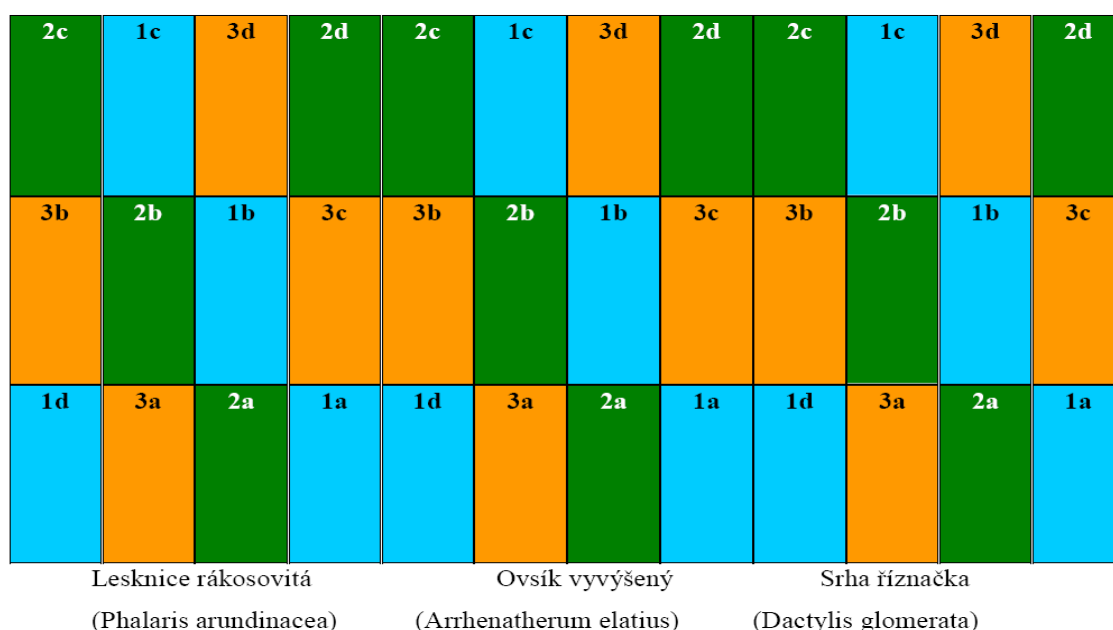
Jako součást projektu MŠMT č. 2B06131 „Nepotravinářské využití biomasy v energetice“ je řešena i oblast zabývající se vybranými travními druhy jakožto potenciálními zdroji biomasy pro energetické využití. Vybranými travními druhy pro sledování jsou srha laločnatá, ovsík vyvýšený a lesknice rákosovitá. Hlavním cílem bylo sledování výnosového potenciálu těchto trav.

Pokusy jsou prováděny maloparcelkovým způsobem pěstování. Po založení parcel a vysetí osiva bylo o porost pečováno tak, aby se zamezilo jeho zaplevelení a v dalších letech se mohl již plně produkčně využívat.

Výzkumy probíhaly ve třech lokalitách- v Českých Budějovicích, v Lukavci u Pacova a v oblasti Sokolova. V současnosti je ale projekt zaměřen především na lokality Lukavec a České Budějovice.

Na pozemku Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích je vyseto dvanáct políček od každého hodnoceného druhu. Po úpravě jejich velikosti mají nyní rozměry 18 x 1,25 metru. Na každý druh trávy tedy připadá plocha o velikosti 270 m². Rozložení a označení jednotlivých parcel v pokusné lokalitě v Českých Budějovicích je znázorněno na obrázku 1.

Obr. 1- Plán rozložení parcel



Sklizeň fytomasy se provádí ve třech termínech. Číslem 1 jsou na plánu označeny parcelky sklizené před metáním (červen). Porost sklizený v Českých Budějovicích v tomto období je využit na zkoušku pro vhodnost těchto trav k výrobě bioplynu. V této vegetační fázi by měl mít pro produkci bioplynu nejlepší vlastnosti. Dalším termínem sklizně je zpravidla počátek zimy, poté, co porost přemrzne. Políčka sklizená touto dobou jsou označena číslem 2. Posledním termínem, kdy se provádí seč, je jaro. Políčka s tímto termínem sklizně jsou značena číslem 3. Ideálně by měl být porost sklizen do konce března, kdy obsahuje minimální množství vody.

Všechny porosty se poseče vždy na jaře a dále se sklízí až ve stanoveném termínu. Hmotnost biomasy z konkrétních políček se při sklizni zváží. Současně se odebírají vzorky, ze kterých se stanoví procento sušiny ve fytomase. Hmotnost čerstvé biomasy se nakonec přepočítá na hmotnost suché trávy, která by se získala z plochy 1 hektaru. V Českých Budějovicích byl porost sklizen sekačkou s prstovou žací lištou.

Místní podmínky jednotlivých lokalit jsou odlišné. Hlavní charakteristiky pozemků jsou znázorněny v tabulce 10. Ve výsledcích jsou prezentovány pouze údaje zjištěné z pokusu probíhajícího v Českých Budějovicích.

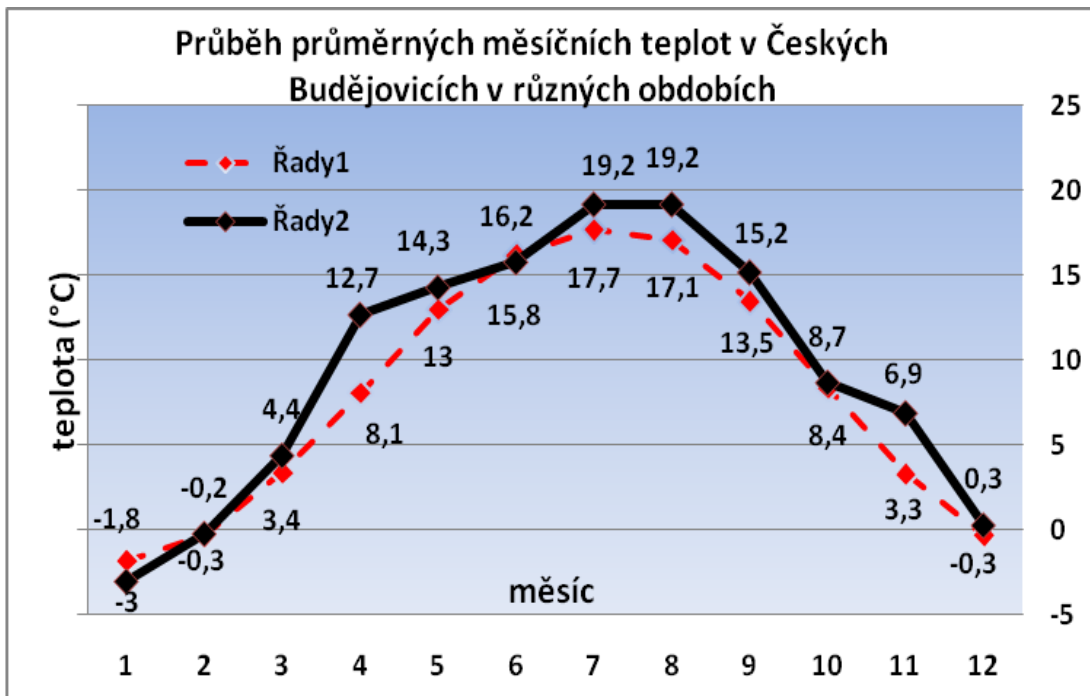
Tab. 10- Stanovištní podmínky

	Lukavec (met. stanice Tábor)	České Budějovice (m. st. Č. Budějovice.)	Sokolov (met. stanice Cheb)
Nadmořská výška	620	380	570
Půdní druh	písčito-hlinitý	písčito-hlinitý	jílovitý (skrývka)
Půdní typ	kambizem	pseudoglejová	antropogenní
Průměrná teplota vzduchu 1961-1990(°C)	7,6	8,2	7,2
Průměrná teplota vzduchu 2009 (°C)	8,4	9,5	8,2
Roční průměrný úhrn srážek 1961-1990 (mm)	578,8	582,8	560,1
Roční průměrný úhrn srážek 2009 (mm)	592,7	829,5	618,2
pH půdy (KCl)	6,11	6,4	6,0

Rok 2009 byl v Českých Budějovicích teplotně nadprůměrný. Teploty byly v průměru o 1,3 °C vyšší než je dlouhodobý průměr. Uplynulý rok byl rovněž bohatý na srážky. V Českých Budějovicích byl dlouhodobý průměr srážek překročen

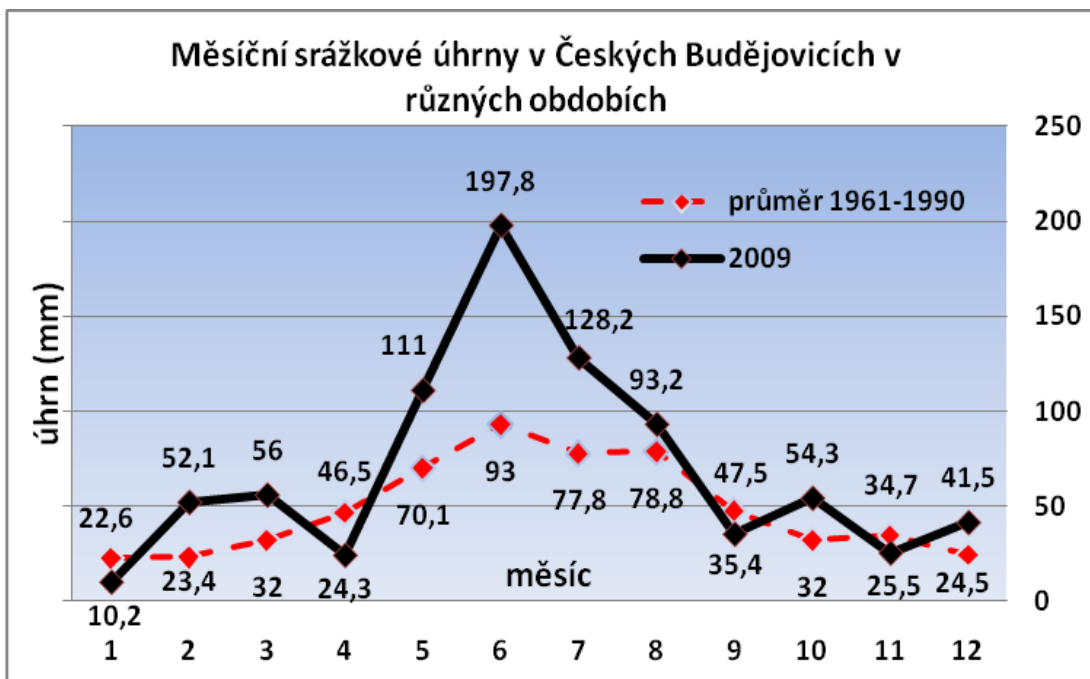
téměř o 250 mm. Vývoj teplot a srážkové intenzity v Českých Budějovicích jsou znázorněny na grafech 3 a 4.

Graf č. 3- Průběh průměrných měsíčních teplot v Českých Budějovicích v různých obdobích



(zdroj: ČHMÚ)

Graf č. 4- Měsíční srážkové úhrny v Českých Budějovicích v různých obdobích



(zdroj: ČHMÚ)

Založení a ochrana porostu

V roce založení musel být porost ošetřován proti plevelům, které zejména před plným zapojením pěstovaných trav ohrožovaly vzcházení a prvotní vývoj rostlinek trav. Nejproblematictější plevel byl penízeček rolní. Plevelné druhy byly potlačovány jak chemicky (herbicidní přípravky) tak i mechanicky. Jako mechanická likvidace plevelů sloužily odplevelovací seče. V Českých Budějovicích byly provedeny třikrát. Jednotlivé úkony jsou popsány v tabulce 11. V roce 2008 (27.3) byl porost pohnojen močovinou v dávce 60 kg/ha. Totéž hnojení proběhlo i po provedení jarní seče 9. 4. 2009.

Tab. 11- Údaje o založení a ošetření porostu

Lokalita	Termín setí	Osetá plocha	Ošetření porostu
České Budějovice	29. 3. 2007	360 m ²	23. 5. 2007- první odplevelovací seč 1. 6. 2007- postřik proti plevelům (Mustang) 2. 8. 2007- druhá odplevelovací seč 16. 10. 2007- třetí odplevelovací seč

Jako zkušební odrůda srhý laločnaté byla do pokusu zvolena odrůda Niva. Jako ideální výsevok v monokultuře se udává 18- 20 kg semene na hektar plochy. Srha se seje do hloubky 2- 3 centimetry. V Českých Budějovicích bylo vyseto 1,15 kg osiva na plochu 360 m² při šířce řádků 12,5 cm. Klíčivost semen byla 66%.

Pro ovsík vyvýšený byla vybrána odrůda Rožnovský. Udávaná hmotnost výsevku ovsíku do monokultury je 27-30 kg/ha. Šířka řádků byla zvolena tradiční 12,5 cm. Do hloubky 3-4 cm na ploše 360 m² bylo na českobudějovické lokalitě zaseto 1,3 kg osiva s klíčivostí 81%.

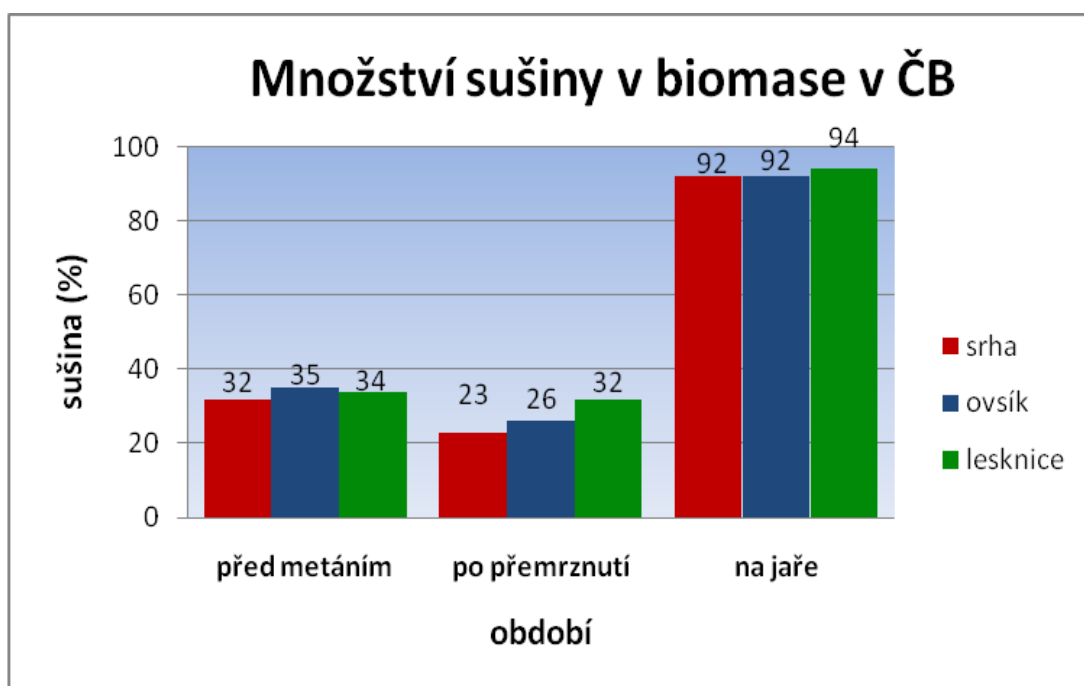
Pro výsev monokultur lesknice rákosovité se doporučuje množství osiva 20- 25 kg/ha. Při pokusu byla vyseta odrůda Palaton do hloubky 2-3 cm při šířce řádků 12,5 cm. Na plochu 360 m² bylo v Českých Budějovicích spotřebováno 1,25 kg osiva s klíčivostí 75%.

5. Výsledky a diskuze

5.1 Obsah sušiny v biomase v Českých Budějovicích

Určené parcelky trav na pokusné lokalitě byly sklizeny dle metodiky ve třech termínech. Obsah sušiny jednotlivých druhů trav ve stejném termínu sklizně, jak ukazuje graf č. 5, byl velmi podobný.

Graf č. 5- Množství sušiny v biomase v Českých Budějovicích



Největší rozdíl v obsahu suché hmoty vznikl mezi srhou říznačkou (23%) a lesknicí rákosovitou (32%) při sklizni po prvním přemrznutí porostu (sklizeň 9. 11. 2009). Zásadně se ale lišil obsah sušiny trav v různých obdobích. Zatímco v době před metáním (sklizeň 11. 6. 2009) se obsah sušiny v biomase pohyboval okolo 34%, po přemrznutí byl obsah sušiny nezvykle nízký (srha 23%, ovsík 26%, lesknice 32%). Údaje o množství sušiny v době po přemrznutí jsou značně v rozporu s údaji KUTILA (2009), který u všech druhů prezentuje množství sušiny kolem 60 %. Tento rozdíl mohl být způsoben jednak značně teplým koncem roku 2009, kdy ještě v listopadu dosahovala průměrná teplota vzduchu v Č. Budějovicích 6,9 °C, ale zároveň i přítomností rosy při sklizni a odběru vzorku pro stanovení sušiny. Zdaleka nejnižší množství vody obsahovaly sklizené trávy na jaře (sklizeň 25. 3. 2010). Jak je

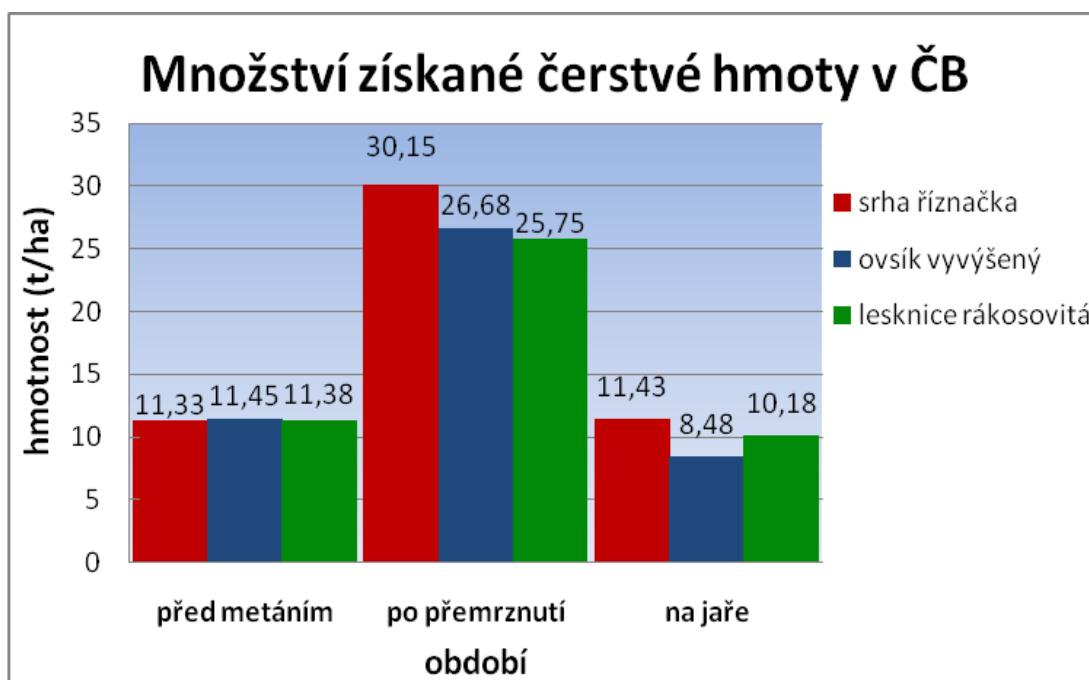
patrné z grafu, nejvyšší podíl sušiny, 94%, obsahovala lesknice. Ovsík i srha měly shodně 92% sušiny. Tyto údaje jsou v souladu s tvrzením HAVLÍČKOVÉ (2008) o tom, že na jaře obsahuje srha a ovsík minimálně 75% a lesknice 80% sušiny.

Podle získaných výsledků by porost sklizený v době před metáním byl ideální pro využití na bioplyn, protože jak uvádí SLEJŠKA (1998), největší produkce bioplynu z fytomasy je při obsahu sušiny 30- 35%. Nými získaná data o obsahu sušiny v travách z období po přemrznutí hovoří rovněž pro využití na bioplyn. Naopak jarní sklizeň by byla zcela ideální pro přímé spalování bez nutnosti nákladného dosoušení. FUKSA (2009) označuje jako maximální přijatelný obsah vody ve fytomase pro spalování 20%. Vysoký obsah vody totiž výrazně snižuje výhřevnost biomasy. Zkušební porost měl obsah vody výrazně nižší (max. 8%).

5.2 Výnosy trav v Českých Budějovicích

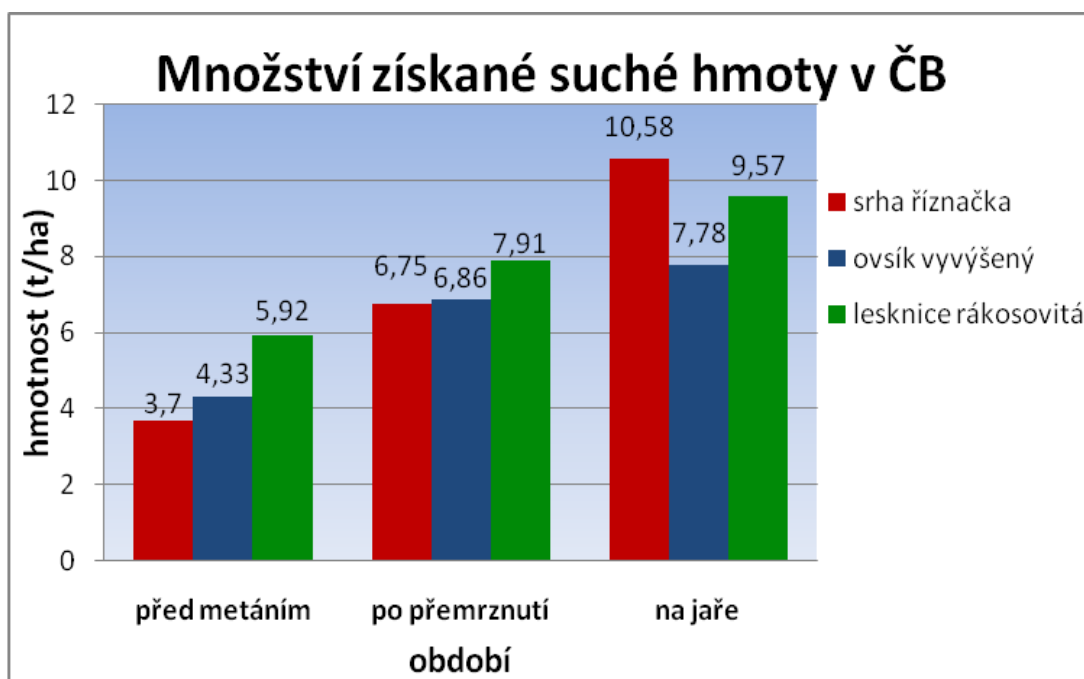
Výnos travní hmoty se zjišťoval zvážením čerstvě posečené trávy z určených políček. Hmotnost byla následně přepočítána na plochu 1 hektaru, hodnoty jsou uvedeny v grafu č. 6.

Graf č. 6- Množství získané čerstvé hmoty v Českých Budějovicích



Poté se stanovil obsah sušiny v odebraných vzorcích a pomocí získané hodnoty se přepočítal výnos čerstvé hmoty na výnos hmoty suché, který je podstatný pro vyjádření ekonomické efektivity pěstování energetických trav. Dosažené výnosy jsou uvedeny na grafu č. 7. Zajímavé je zjištění, že největších výnosů bylo u všech trav dosaženo na jaře. To je v rozporu s hypotézou č. 3, která říká, že nejvyšších výnosů je dosažováno v podzimním termínu sklizně. HAVLÍČKOVÁ a kol. (2008) uvádí ztráty po zimě dosahující až hranice 40 % u srhy a ovsíku a 25% u lesknice. Vyššího výnosu mohlo být dosaženo v důsledku podprůměrných zimních ztrát a především díky využití jiné sekačky při jarní sklizni, která umožnila sečení více u země a tím pádem zůstalo i méně biomasy na pozemku. Potvrdila se ale skutečnost, kterou uvádí mnoho autorů, že jarní sklizeň je komplikovanější kvůli polehnutí porostu. Největší problémy při sklizni působil polehlý porost srhy. Naopak sklizeň lesknice proběhla naprosto bez problémů.

Graf č. 7- Množství získané suché hmoty v Českých Budějovicích



Výnosy suché biomasy srhy byly diametrálně odlišné při sklizni před metáním a při seči provedené na jaře. Zatímco před metáním činily pouhých 3,7 t/ha, na jaře dosáhly hodnoty 10,58 t/ha a tím srha dosáhla vůbec nejvyššího výnosu ze všech trav. Porovnání výše sklizně s údaji jiných autorů je problematické, protože většina z nich zveřejňuje výnosy dosažené při vícesečném využití, což má vliv na

celkový výnos sena. Přesto např. DEMELA (1976) uvádí výnosy srhy v rozmezí 5-6 t/ha. S výjimkou sklizně před metáním byl tento výnos překročen. HAVLÍČKOVÁ a kol. (2008) publikuje výnosy z pokusů v Kaplici a Hladkých Životicích při 15 % vlhkosti sena, a to v množství 10,45- 12,36 t/ha. Tohoto množství sena nebylo s výjimkou jarní sklizně dosaženo. Co se týče vícesečného využití, například FADRŇÝ (2009) uvádí i výnosy ve výši 17,59 t/ha dosažené v Libějovicích při pokusném pětisečném využití.

Ovsík vyvýšený dosáhl nejnižších výnosů ze všech testovaných trav. Průměrný výnos sena z provedených sečí je pouze 6,32 t/ha. PROCHÁZKA (1995) uvádí hodnoty kolem 5 t/ha, DEMELA (1976) udává výnos o 1 t/ha vyšší. S tímto tvrzením se náš výsledek ztotožňuje. PETŘÍKOVÁ a kol. (2006) píše, že běžně se výnosy ovsíku pohybují v intervalu 7-9 t/ha. HAVLÍČKOVÁ a kol. (2008) uvádí, že při pokusech dosáhla výnosu 10,9-13,8 t/ha (15 % vlhkost). Toto tvrzení ovšem nemohu na základě našich výsledků potvrdit.

Jako nejvýnosnější tráva se ukázala lesknice s průměrným výnosem 7,8 t/ha. Její pěstování je ekonomicky nejefektivnější, což potvrzuje hypotézu č. 2. PETŘÍKOVÁ a kol. (2006) uvádí, že při hnojivé závlaze je možné dosáhnout i dvojnásobných výnosů. Přesto se může námi získané množství sena, v porovnání s okolními státy (4,5-9 t/ha), považovat za slušný výsledek. Na druhou je nutné říci, že uplynulý rok byl z hlediska počasí pro růst trav poměrně příznivý, a tak lze očekávat v dalších letech možnost nižších výnosů. Autorka na značnou závislost výnosů lesknice na průběhu počasí v jednotlivých letech upozorňuje. I HAVLÍČKOVÁ a kol. (2008) prezentuje značně odlišné výnosy v závislosti na půdně-klimatických podmínkách (5,3- 12,6 tun sušiny z hektaru). Naše výsledky asi nejvíce potvrzují údaje ŠNOBLA (2004), podle kterého dosahují výnosy sušiny lesknice 4,5-9 t/ha. Hodnoty (5-7 t/ha), které udává PROCHÁZKA (1995), byly mírně překročeny.

5.3 Ekonomické zhodnocení pěstování trav

Při hodnocení pěstování vybraných trav z ekonomického hlediska, bylo využito informací SZIF týkajících se možností čerpání dotací pro rok 2009. Jako další důležitý zdroj informací sloužila publikace Normativy zemědělských výrobních technologií od KAVKY a kol. (2006). Ten uvádí normativní náklady na jednotlivé operace používané při pěstování chrastice rákosovité (doba pěstování 10 let). Technologie pěstování všech zkoušených trav je velmi podobná, a proto posloužily tyto normativní náklady i při ekonomickém hodnocení srhy a ovsíku. Tabulka 11, převzatá od BLAHA (2008), zobrazuje položky patřící do variabilních nákladů.

Tab. 11-Náklady na pěstební operace při založení porostu na 10 let

Operace	Variabilní náklady (Kč/ha)	
	Podzimní sklizeň	jarní sklizeň
Likvidace plevelů	90,3	83,7
Předseťová příprava (orba, podmítka, vláčení, válení)	163,6	163,6
Založení porostu (setí, válení)	116,8	116,8
Hnojení (N, P, K, statková hnojiva, vápnění)	1 906,5	1 193,3
Sečení, obracení	517	343
Lisování, odvoz a uložení balíků	1 257	1 257
Úklid po sklizni, mulčování	572,5	112,5
Celkem	4 624	3 270

(Zdroj: BLAHO, 2008)

Při hodnocení bylo počítáno s výnosy sušiny, kterých bylo dosaženo v našem pokusu. Pro každý druh trávy byly sestaveny dvě tabulky. Jedna počítá s využitím dotace SAPS (3 710 Kč/ha), druhá i s využitím dotace LFA typ H^A (4212 Kč/ha), což je nejvýhodnější možná kombinace (7 922 Kč/ha). V obou tabulkách je vyjádřen i hospodářský výsledek a rentabilita bez využití dotací. Ekonomické hodnocení bylo provedeno pro technologii s podzimní a pro technologii s jarní sklizní a to v korunách na 1 hektar i v korunách na 1 tunu sušiny. Tržní cena biomasy byla stanovena podle KAVKY (2006)- 1 000 Kč/t sušiny. Všechny důležité ekonomické ukazatele včetně hospodářského výsledku jsou zobrazeny v tabulkách 12-17.

Tab. 12- Ekonomické vyhodnocení pěstování srhy laločnaté s využitím dotace SAPS

Ekonomický ukazatel	1 hektar				1 tuna sušiny			
	podzimní sklizeň		jarní sklizeň		podzimní sklizeň		jarní sklizeň	
	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace
Tržní produkce (Kč)	6 750		10 580		1 000		1 000	
Dotace SAPS (Kč)	3 710	0	3 710	0	550	0	351	0
Příjmy celkem (Kč)	10 460	6 750	14 290	10 580	1 550	1 000	1 351	1 000
Variabilní náklady (Kč)	4 624		3 270		685		309	
Příspěvek na úhradu (Kč) (=příjmy celkem-variab. náklady)	5 836	2 126	11 020	7 310	865	315	1 042	691
Normativní fixní náklady (Kč)	3 300		2 800		489		265	
Technologické náklady (Kč)	6 855		5 008		1 016		473	
Technologický příspěvek na úhradu (Kč) (= příjmy celkem - technologické náklady)	3 605	-105	9 282	5 572	534	-16	878	527
Celkové náklady (Kč)	10 155		7 808		1 505		738	
Hospodářský výsledek (Kč) (=celkové příjmy- celkové náklady)	305	-3045	6 482	2 772	45	-505	613	262
Rentabilita (%)	3	nerentabilní	83	36	3	nerentabilní	83	36

Při námi dosaženém výnosu 6,75 t/ha v podzimní sklizni je pěstování srhy s využitím dotace SAPS na hranici rentability. Výnos 305 korun z hektaru je téměř zanedbatelný. Bez využití této dotace je pěstování s technologií podzimní sklizně dokonce ztrátové. Jarní sklizeň s výnosem 10,58 t/ha by dopadla z ekonomického hlediska výrazně lépe. I bez jakékoli dotace by byla rentabilní (36%). Při čerpání dotace SAPS by byl výsledný zisk 6 482 Kč/ha při rentabilitě 83%.

Tab. 13- Ekonomické vyhodnocení pěstování srhy laločnaté s využitím dotace SAPS + LFA H^A

Ekonomický ukazatel	1 hektar				1 tuna sušiny			
	podzimní sklizeň		jarní sklizeň		podzimní sklizeň		jarní sklizeň	
	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace
Tržní produkce (Kč)	6 750		10 580		1 000		1 000	
Dotace SAPS (Kč)	7 922	0	7 922	0	1 174	0	749	0
Příjmy celkem (Kč)	14 672	6 750	18 502	10 580	2 174	1 000	1 749	1 000
Variabilní náklady (Kč)	4 624		3 270		685		309	
Příspěvek na úhradu (Kč) (=příjmy celkem-variab. náklady)	10 048	2 126	15 232	7 310	1 489	315	1 440	691
Normativní fixní náklady (Kč)	3 300		2 800		489		265	
Technologické náklady (Kč)	6 855		5 008		1 016		473	
Technologický příspěvek na úhradu (Kč) (= příjmy celkem - technologické náklady)	7 817	-105	13 494	5 572	1 158	-16	1 276	527
Celkové náklady (Kč)	10 155		7 808		1 505		738	
Hospodářský výsledek (Kč) (=celkové příjmy- celkové náklady)	4 517	-3 405	10 694	2 772	669	-505	1 011	262
Rentabilita (%)	44	nerentabilní	137	36	44	nerentabilní	137	36

V oblastech s přírodními znevýhodněními v horských oblastech, kde je možné čerpat kromě dotace SAPS i dotaci LFA H^A, je ekonomika pěstování energetických trav mnohem příznivější. Při podzimní sklizni by bylo dosaženo zisku 4 517 Kč z hektaru. U jarní sklizně dokonce 10 694 Kč/ha, což je nejlepší dosažený výsledek. Rentabilita by dosáhla 137%.

Tab. 14- Ekonomické vyhodnocení pěstování ovsíku vyvýšeného s využitím dotace SAPS

Ekonomický ukazatel	1 hektar				1 tuna sušiny			
	podzimní sklizeň		jarní sklizeň		podzimní sklizeň		jarní sklizeň	
	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace
Tržní produkce (Kč)	6 860		7 780		1 000		1 000	
Dotace SAPS (Kč)	3 710	0	3 710	0	540	0	477	0
Příjmy celkem (Kč)	10 570	6 860	11 490	7 780	1 540	1000	1 477	1 000
Variabilní náklady (Kč)	4 624		3 270		674		420	
Příspěvek na úhradu (Kč) (=příjmy celkem-variab. náklady)	5 946	2 236	8 220	4 510	866	326	1 057	580
Normativní fixní náklady (Kč)	3 300		2 800		481		360	
Technologické náklady (Kč)	6 855		5 008		999		644	
Technologický příspěvek na úhradu (Kč) (= příjmy celkem - technologické náklady)	7 927	5	6 482	2772	541	1	833	356
Celkové náklady (Kč)	10 155		7 808		1 480		1 004	
Hospodářský výsledek (Kč) (=celkové příjmy- celkové náklady)	415	-3 295	3 682	-28	60	-480	473	-4
Rentabilita (%)	4	nerentabilní	47	nerentabilní	4	nerentabilní	47	nerentabilní

Ovsík vyvýšený se ukázal jako ekonomicky nejméně perspektivní plodina. Bez využití dotace by bylo pěstování ztrátové při podzimní (6,68 t/ha) i jarní (7,78 t/ha) sklizni. S čerpáním dotace SAPS se sice ekonomika pěstování zlepšila, nicméně podzimní seč by přinesla zisk pouhých 415 Kč/ha. Rentabilita jarní sklizně 47% by zajistila zisk ve výši 3 682 Kč/ha.

Tab. 15- Ekonomické vyhodnocení pěstování ovsíku vyvýšeného s využitím dotace SAPS + LFA H^A

Ekonomický ukazatel	1 hektar				1 tuna sušiny			
	podzimní sklizeň		jarní sklizeň		podzimní sklizeň		jarní sklizeň	
	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace
Tržní produkce (Kč)	6 860		7 780		1 000		1 000	
Dotace SAPS (Kč)	7 922	0	7 922	0	1 155	0	1 018	0
Příjmy celkem (Kč)	14 782	6 860	15 702	7 780	2 155	1 000	2 018	1 000
Variabilní náklady (Kč)	4 624		3 270		674		420	
Příspěvek na úhradu (Kč) (=příjmy celkem-variab. náklady)	10 158	2 236	12 432	4 510	1 481	326	1 598	580
Normativní fixní náklady (Kč)	3 300		2 800		481		360	
Technologické náklady (Kč)	6 855		5 008		999		644	
Technologický příspěvek na úhradu (Kč) (= příjmy celkem - technologické náklady)	7 927	5	10 694	2 772	1 156	1	1 374	356
Celkové náklady (Kč)	10 155		7 808		1 480		1 004	
Hospodářský výsledek (Kč) (=celkové příjmy- celkové náklady)	4 627	-3 295	7 894	-28	675	-480	1 014	-4
Rentabilita (%)	46	nerentabilní	101	nerentabilní	46	nerentabilní	101	nerentabilní

Při dosaženém výnosu 6, 86 t/ha by příjem z dotace LFA H^A zlepšil rentabilitu podzimní sklizně ovsíku o 42% oproti pěstování této trávy pouze s dotací SAPS, hospodářský výsledek by tedy činil 4 627 Kč/ha. U jarní sklizně by příjem peněz obdržených z dotací a prodeje suché biomasy byl přibližně dvojnásobný než náklady vynaložené na pěstování. Zisk z hektaru by byl o 2 800 Kč nižší než u srhy říznačky.

Tab. 16- Ekonomické vyhodnocení pěstování lesknice rákosovité s využitím dotace SAPS

Ekonomický ukazatel	1 hektar				1 tuna sušiny			
	podzimní sklizeň		jarní sklizeň		podzimní sklizeň		jarní sklizeň	
	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace
Tržní produkce (Kč)	7 910		9 570		1000		1000	
Dotace SAPS (Kč)	3 710	0	3 710	0	469	0	388	0
Příjmy celkem (Kč)	11 620	7 910	13 280	9 570	1 469	1000	1 388	1 000
Variabilní náklady (Kč)	4 624		3 270		585		342	
Příspěvek na úhradu (Kč) (=příjmy celkem-variab. náklady)	6 996	3 286	10 010	6 300	884	1 585	1 046	658
Normativní fixní náklady (Kč)	3 300		2 800		417		293	
Technologické náklady (Kč)	6 855		5 008		867		523	
Technologický příspěvek na úhradu (Kč) (= příjmy celkem - technologické náklady)	4 765	1 055	8 272	4 562	602	133	864	477
Celkové náklady (Kč)	10 155		7 808		1284		816	
Hospodářský výsledek (Kč) (=celkové příjmy- celkové náklady)	1 465	-2 245	5 472	1 762	185	-284	572	184
Rentabilita (%)	14	nerentabilní	70	23	14	nerentabilní	70	23

Jako u ostatních hodnocených trav se podzimní sklizeň bez využití dotací ukázala značně prodělečná. V tomto případě by ztráta činila 2 245 Kč/ha. Dotace SAPS by při podzimním výnosu sušiny 7,91 t/ha zajistila rentabilitu 14%, což ale není mnoho a znamenala by zisk ve výši 1 465 Kč/ha. Jarní sklizeň s vyšším výnosem (9,57 t/ha) se sice jeví ekonomicky atraktivnější, avšak ani finanční výnos 5 472 Kč/ha není nijak vysoký.

Tab. 17- Ekonomické vyhodnocení pěstování lesknice rákosovité s využitím dotace SAPS + LFA H^A

Ekonomický ukazatel	1 hektar				1 tuna sušiny			
	podzimní sklizeň		jarní sklizeň		podzimní sklizeň		jarní sklizeň	
	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace	s dotací	bez dotace
Tržní produkce (Kč)	7 910		9 570		1 000		1 000	
Dotace SAPS (Kč)	7 922	0	7 922	0	1 002	0	828	0
Příjmy celkem (Kč)	15 832	7 910	17 492	9 570	2 002	1 000	1 828	1 000
Variabilní náklady (Kč)	4 624		3 270		585		342	
Příspěvek na úhradu (Kč) (=příjmy celkem-variab. náklady)	11 208	3 270	14 222	6 300	1 417	415	1 486	658
Normativní fixní náklady (Kč)	3 300		2 800		417		293	
Technologické náklady (Kč)	6 855		5 008		867		523	
Technologický příspěvek na úhradu (Kč) (= příjmy celkem - technologické náklady)	8 977	1 055	12 484	4 562	1 135	133	1 305	477
Celkové náklady (Kč)	10 155		7 808		1 284		816	
Hospodářský výsledek (Kč) (=celkové příjmy- celkové náklady)	5 677	-2 245	9 684	1 762	718	-284	1 012	184
Rentabilita (%)	56	nerentabilní	124	23	56	nerentabilní	124	23

Chrastice rákosovitá při využití obou dotací dopadla v ekonomickém hodnocení poměrně dobře jak při jarní, tak i při podzimní sklizni. Podzimní sklizeň by přinesla zisk 5 677 Kč/ha. Příjem z jarní seče by činil 9 684 Kč z hektaru.

Podle HOFBAUERA (2008) by měl roční výnos suché hmoty odpovídat zhruba 12 t/ha, aby pěstování bylo ekonomické. Tohoto výnosu nebylo dosaženo ani u jednoho zkoumaného druhu. Přesto jsme se v některých případech dostali do kladného hospodářského výsledku i bez využití jakékoli dotace (jarní sklizeň srhy a lesknice). V obou případech byl však zisk nízký (2 772 Kč/ha u srhy a 1 762 Kč/ha u lesknice). Navíc nelze spoléhat na to, že každý rok a na každé lokalitě bude dosaženo alespoň námi vyprodukovaného výnosu (10,58 t/ha srhy, 9,57 t/ha lesknice). Proto mohu souhlasit s názorem ABRHAMA, KOVÁŘOVÉ (2006), že využití energetických plodin jako paliva je v současné době bez využití dotací nereálné. Tím zároveň potvrzují hypotézu č. 1. Také KUNCOVÁ (2004) se domnívá, že bez

možnosti využití dotací budou energetické plodiny jen obtížně konkurovat stávajícím fosilním palivům při jejich současných cenách. Potvrzuji i fakt, který uvádí například ABRHAM a kol. (2004), že dotace ekonomiku pěstování energetických plodin výrazně zlepší. V horských oblastech dokonce mohou příjmy z dotací zcela pokrýt veškeré náklady související s jarní sklizní. Musím rovněž potvrdit informace ABRHAMA, KOVÁŘOVÉ (2006) o tom, že energetické trávy pěstované mimo oblasti LFA dosahují ekonomicky méně příznivých výsledků. Především při podzimní sklizni se v našem pokusu pohybovaly na hranici rentability.

6. Závěr

Při pěstování energetických trav na pokusné lokalitě v Českých Budějovicích nedosáhl žádný ze zkoumaných druhů (srha laločnatá, ovsík vyvýšený, lesknice rákosovitá) výnosu 12 tun sušiny z 1 hektaru, což je často uváděná hraniční mez rentability. Obecně lze konstatovat, v souladu s první hypotézou, že produkční schopnost posuzovaných trav není dostatečná pro zajištění ekonomické efektivity (v oblasti fytoenergetiky) bez využití dotací.

Z výsledků pokusu je patrné, že ze zkoumaných druhů energetických trav poskytl v průměru nejnižší výnos suché hmoty ovsík vyvýšený. Naopak nejvýnosnější travou byla lesknice rákosovitá, což potvrzuje hypotézu, že ze sledovaných trav se její pěstování jeví jako ekonomicky nejefektivnější. Z hlediska získaného množství sušiny se jako nejvýhodnější, navzdory třetí hypotéze, ukázal jarní termín sklizně. Nejnižších výnosů bylo dosaženo při sklizni v době před metáním trav. Při rozhodování o termínu sklizně je však nutné brát v úvahu zamýšlené využití získané fytomasy s ohledem na její momentální vlhkost. Obsah sušiny v biomase je rozhodující pro volbu mezi takzvaným mokrým a suchým způsobem využití.

V současnosti je pěstování trav za účelem jejich energetického využití bez čerpání dostupných dotací nevýhodné. Dotace výrazně ovlivňují celkový hospodářský výsledek pěstitele. Ekonomicky zajímavé se však jeví pěstování zkoumaných trav (kromě ovsíku) pouze v oblastech LFA nebo NATURA 2000, kde mají zemědělci kromě dotace SAPS možnost čerpání i další dotace. Vzhledem k tomu, že se výše dotací schvaluje na každý rok zvlášť, může být jejich čerpání určitým rizikem, neboť porosty všech posuzovaných trav se zakládají na více let.

S ohledem na nízký výnos sušiny ovsíku vyvýšeného, menší vytrvalost jeho porostu, větší nároky na příznivé klima a s tím souvisejícími problémy při jeho pěstování v oblastech LFA, se z ekonomického hlediska ovsík jeví jako nevhodný k pěstování za účelem fytoenergetiky. Oproti tomu srha laločnatá a lesknice rákosovitá se mohou díky větší přizpůsobivosti resp. odolnosti s úspěchem pěstovat i v přírodně znevýhodněných oblastech (LFA). Finanční výnosy z prodeje biomasy

společně s prostředky získanými z dotací mohou zajistit ekonomickou efektivnost jejich pěstování.

Mimo produkce biomasy mají travní porosty i celou řadu mimoprodukčních funkcí, které se podílejí na ochraně životního prostředí. Důležitý je například význam travních porostů v ochraně půdy a hydrosféry nebo údržba půdního fondu v kulturním stavu.

7. Seznam použité literatury:

1. ABRHAM, Z; KOVÁŘOVÁ, M. *Tuhá biopaliva- ekonomika a konkurenceschopnost* [online]. 2006 [cit. 2009-10-18]. 6 s. Dostupné z WWW: <http://www.vuzt.cz/doc/ekonomika/tuha_biopaliva.pdf?menuid=487>.
2. ABRHAM, Z; KOVÁŘOVÁ, M; KUNCOVÁ, T. Ekonomika a konkurenceschopnost biopaliv. In *Zemědělská technika a biomasa 2004*. 2004. s. 8-13.
3. AITKEN, D. W. *Bílá kniha ISES*. 2003 [cit. 2009-08-19]. 92 s. Dostupné z WWW: <<http://whitepaper.ises.org/ISES-WP-72-Czech.pdf>>.
4. DEMELA, J. *Travní semenářství*. 1976. 186 s.
5. DIVIŠ, J; Moudrý, J. *Pěstování energetických plodin pro výrobu bioplynu: Energie z pole* [online]. 2009 [cit. 2009-05-12]. 22 s. Dostupné z WWW: <<http://calla.ecn.cz/data/energetika/seminare/pole/divis.pdf>>.
6. FADRŇÝ, M. *Srha laločnatá- Výsledky zkoušek užitné hodnoty*. [online]. 2009 [cit. 2010-1-14]. 14 s. Dostupné z WWW: <www.ukzuz.cz/Articles/Uploads/113240-7-ZUH_srha_09pdf.aspx>.
7. FARKAČ, T. *Státní zemědělský intervenční fond* [online]. 2009 [cit. 2010-03-23]. Zpravodajství SAPS. Dostupné z WWW: <http://www.szif.cz/irj/portal/anonymous/CmDocument?rid=%2Fapa_anon%2Fcs%2Fzpravy%2Fsaps%2F03%2F1254905306109.pdf>.
8. FARKAČ, T. *Státní zemědělský intervenční fond* [online]. 2009 [cit. 2010-03-23]. Zpravodajství energetické plodiny. Dostupné z WWW: <http://www.szif.cz/irj/portal/anonymous/CmDocument?rid=%2Fapa_anon%2Fcs%2Fzpravy%2Fsaps%2F03%2F1261061626359.pdf>.
9. FRYDRYCH, J. Využití některých trav jako náhrady spontánních úhorů v marginálních oblastech a jevy na ladem ležící půdě z hlediska zemědělského. In *Energetické a průmyslové rostliny VI. : Biomasa- obnovitelný zdroj energie*. 2000., s. 166-167.
10. FRYDRYCH, J; CAGAŠ, B; MACHÁČ, J. *Energetické využití některých travních druhů*. 2002. 35 s.

11. FUKSA, P: Netradiční využití biomasy v praxi [online]. 2009 [cit. 2009-10-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/netradicni-vyuziti-biomasy-v-praxi>>.
12. HANUS, V. *Svět hospodářství: Podíl jaderné energie na dodávkách elektřiny ve světě roste* [online]. 2007 [cit. 2009-11-25]. Dostupný z WWW: <<http://svethospodarstvi.wdt.cz/index.php?typ=SHA&showid=17&id=432920>>.
13. HAVLÍČKOVÁ, K; WEGER, J; BOHÁČ, J; Štěrba, Z; HUTLA, P; KNÁPEK, J; VAŠÍČEK, J; STRAŠIL, Z; KAJAN, M; LHOTSKÝ, R. *Rostlinná biomasa jako zdroj energie*. 2008. 83 s.
14. HAVLÍČKOVÁ, K; WEGER, J; BOHÁČ, J; ŠTĚRBA, Z; HUTLA, P; KNÁPEK, J; VAŠÍČEK, J; STRAŠIL, Z; KAJAN, M; LHOTSKÝ, R. *Zhodnocení ekonomických aspektů pěstování a využití energetických rostlin*. 2007. 92 s.
15. KÁRA, J, PASTOREK, Z; PŘIBYL, E; HANZLÍKOVÁ, I; ANDERT, D; GERGDOVÁ, I; HUTLA, P; MĚKOTOVÁ, P; ABRHAM, Z; MUŽÍK, O; HLINKA, J; BRADNA, J. *Výroba a využití bioplynu v zemědělství*. 2007. 117 s.
16. KOVÁŘOVÁ, M; ABRHAM, Z; JEVIČ, P; ŠEDIVÁ, Z. *Pěstování a využití energetických a prům. plodin* [online]. 2006 [cit. 2010-02-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.vuzt.cz/?menuid=76>>.
17. KUNCOVÁ, T: *Ekonomika pěstování chrastice rákosovité* [online]. 2004 [cit. 2009-12-09]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/ekonomika-pestovani-chrastice-rakosovite>>.
18. KUTIL, J. *Hodnocení produkční schopnosti vybraných druhů energetických trav*. 2009. 57 s. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
19. LIBRA, M; POULEK, V. *Zdroje a využití energie*. 2007. 141 s.
20. MALAŤÁK, J; PLÍŠTIL, D; JEVIČ, P; PŘIKRYL, M: Energetické rostliny. In *Využití fytomasy pro energetické účely*. 2005. s. 17.
21. MOUDRÝ, J, STRAŠIL, Z. *Energetické plodiny v ekologickém zemědělství*. 1998. 56 s.

22. MURTINGER, K: *Možnosti využití biomasy*. [online]. 2007 [cit. 2009-12-02]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-biomasy>>.
23. MUŽÍK, O, KÁRA, J: *Možnosti výroby a využití bioplynu v ČR* [online]. 2009 [cit. 2009-12-07]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznost-vyroby-a-vyuziti-bioplynu-v-cr>>.
24. NOSKIEVIČ, P; JUCHELKOVÁ, D; ČECH, B. *Biomasa a její energetické využití*. 1996. 68 s.
25. OCHODEK, Tadeáš; KOLONIČNÝ, Jan; JANÁSEK, Pavel. *Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy*. 2006. 24 s.
26. PASTOREK, Z. Využití biomasy k energetickým účelům v zemědělství. In *Ekologické aspekty využití a výroby energie v zemědělství*. 1996. s. 5-6.
27. PASTOREK, Z; KÁRA, J; JEVIČ, P. *Biomasa obnovitelný zdroj energie*. 2004. 288 s.
28. PETŘÍKOVÁ, V. Světové zdroje obnovitelné energie a průmyslových surovin z biomasy: postřehy ze Sevilly. In *Energetické a průmyslové rostliny VI*. 2000. s. 10.
29. PETŘÍKOVÁ, V: *Biomasa – významný zdroj ekologické energie* [online]. 2001 [cit. 2009-06-30]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-vyznamny-zdroj-ekologicke-energie>>.
30. PETŘÍKOVÁ, V: *Energetická biomasa z polních kultur* [online]. 2005 [cit. 2009-06-30]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticka-biomasa-z-polnich-kultur>>.
31. PETŘÍKOVÁ, V; SLADKÝ, V; STRAŠIL, Z; ŠAFARÍK, M; USŤAK, S; VÁŇA, J. *Energetické plodiny*. 2006. 127 s.
32. POULÍK, Z. *Výživa a hnojení pícních kultur*. 1996, 36 s
33. PROCHÁZKA, I. *Kapesní atlas jetelovin a trav*. 1995. 44 s.
34. RANDUŠKA, D, ŠOMŠA, L, HÁBEROVÁ, I. *Barevný atlas rostlin*. 1986. 640 s.
35. SLADKÝ, V. *Ekologické aspekty využití a výroby energie v zemědělství*. 1996. s. 35.

36. SLEJŠKA, A. *Bioplyn z rostlinné biomasy*, 1998. 41 s.
37. SOUČKOVÁ, H; MOUDRÝ, J; KALINOVÁ, J; KONVALINA, P; CELJAK, I; MOUDRÝ, J; BLAHO, M. *Nepotravinářské využití biomasy*. 2006. 95 s.
38. STRAŠIL, J, HUTLA, P: *Chrastice rákosovitá - pěstování a možnosti využití* [online]. 2004 [cit. 2009-12-09]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/chrastice-rakosovita-pestovani-a-moznosti-vyuziti>>.
39. STRAŠIL, Z. *Zdroje biomasy pro energetické využití (spalování) a výhled jejího uplatnění* [online]. 2008 [cit. 2009-11-19]. 3 s. Dostupné z WWW: <<http://www.cazv.cz/UserFiles/File/Zaznam%20z%20rozsir.%20Predsednictva%20%204.11.2008%20-%20Ing.%20Strasil.doc>>.
40. STRAŠIL, Z: *Využití rostlinné biomasy v energetice ČR* [online]. 2009 [cit. 2009-10-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-rostlinne-biomasy-v-energetice-cr>>.
41. STRAŠIL, Z; MOUDRÝ, J; KALINOVÁ, J. Produkce a ekonomika vybraných energetických rostlin. In Sborník z konference *Udržitelné pol'nohospodárstvo a rozvoj vidieka*. 2003. s. 333-335.
42. ŠANTRŮČEK, J; MRKVIČKA, J; SVOBODOVÁ, M; VESELÁ, M; VRZAL, J. *Základy pícninářství*. 2001. 139 s.
43. ŠIMON, J, STRAŠIL, Z. *Perspektivy pěstování plodin pro nepotravinářské účely*. 2000. 50 s.
44. ŠNOBL, J; ŠTAUD, J; VAŠÁK, J; ZIMOLKA, J. *Rostlinná výroba IV. : Chmel, len, konopí, využití biomasy k energetickým účelům*. 2004. 119 s.
45. UŠŤAK, S. Předmluva. In *Energetické a průmyslové rostliny IV*. 1998. s. 6.
46. UŠŤAK, S. Technické a ekonomické aspekty pěstování a využití biomasy pro energetické a průmyslové účely. In *Zemědělská technika a biomasa 2005*. P 2005. s. 35-40.
47. VRZAL, J; NOVÁK, D. *Základy pěstování kukuřice a jednoletých pícnin*. 1995. 32 s.

48. WINKLER, J; SRDEČNÝ, K; KLOBUŠNÍKOVÁ, I. Obnovitelné zdroje energie- Informační brožura pro starosty, města a obce [online]. 2006 [cit. 2009-08-07]. 64 s. Dostupné z WWW: <http://www.eccb.cz/fotos/_c_34Obnovitelne-zdroje-energie.pdf>.
49. ANONYM1: *Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů za rok 2008*, [cit. 2009-11-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.mpo.cz/dokument25358.html>>.
50. ANONYM2: *Příručka pro žadatele 2009*, [cit. 2009-12-05]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/eagri/file/1009/Prirucka_jednotna_zadost_2009.pdf>.
51. ANONYM3: *Metodika k provádění nařízení vlády č. 75/2007 Sb.*, [cit. 2009-10-10]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/eagri/file/923/LFA_metodika_09.pdf>.
52. ANONYM4: *Reprezentativní výnosy energetických plodin pro rok 2009*, [cit. 2009-12-05]. Dostupné z WWW: <http://www.szif.cz/irj/portal/anonymous/CmDocument?rid=%2Fapa_anon%2Fcs%2Fzpravy%2Fsaps%2F03%2F1246723009078.pdf>.

8. Přílohy:

Obr. 2- Porost trav před jarní sečí



Obr. 3- Sekačka použitá při sečích v době před metáním a na podzim po přemrznutí

Obr. 4- Sekačka použitá při jarní sklizni





Obr. 5- Odběr vzorků
pro stanovení sušiny



Obr. 6- Porost lesknice
rákosovité před podzimní
sklizení