

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
TECHNICKÁ FAKULTA**

Katedra elektrotechniky a automatizace



RYCHLE ROSTOUCÍ DŘEVINY V ČESKÉ REPUBLICE

Short rotation coppice in the Czech Republic

diplomová práce

Autor: Bc. Sandra Janáčková

Vedoucí diplomové práce: Ing. Monika Hromasová, Ph.D.

Praha 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Rychle rostoucí dřeviny v České republice“ zpracovala samostatně, za použití uvedené literatury a po odborných konzultacích s Ing. Monikou Hromasovou, Ph.D.

V Praze dne 31. března 2012

Bc. Sandra Janáčková

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Monice Hromasové, Ph.D. za odborné vedení při zpracování diplomové práce a své mamce za úžasnou pomoc s pokusnou plantáží rychle rostoucích dřevin.

Abstrakt: Cílem této diplomové práce je provést rozbor rychle rostoucích dřevin a možnosti jejich uplatnění na území České republiky s ohledem na ekonomické, legislativní a energetické aspekty jejich využívání, jak je již uvedeno v první kapitole s názvem „Cíl práce a metodika“. V druhé kapitole „Úvod“ je čtenář seznámen s danou problematikou. Třetí kapitola pod názvem „Literární rešerše“ zahrnuje dvě podkapitoly. První je „Rychle rostoucí dřeviny“, kde je představena „Biomasa“, „Ujímavost řízků v závislosti na druhu hnojení“, „Aplikace čistírenských kalů“ a „Legislativní podmínky“ a „Dotace“. Druhá podkapitola s názvem „Způsoby využívání biomasy k energetickým účelům“ seznámí čtenáře s nejčastějšími způsoby využití biomasy, což je přímé spalování, a to buď k získání tepelné, nebo elektrické energie. Jsou zde také uvedeny „Legislativní podmínky“ a „Mezinárodní úmluvy“. Ve čtvrté kapitole „Vlastní pokus“ jsou zaznamenány jednotlivé kroky a výsledky dosažené na pokusné plantáži RRD. Pátá kapitola nese název „Ekonomické zhodnocení“. Zde jsou uvedeny faktory pro zpracování ekonomického projektu s návratností investice při založení plantáže Japonských topolů.

Klíčová slova: RRD, biomasa, pěstitelská technologie

Short rotation coppice in the Czech Republic

Summary: The aim of this thesis is to analyze the fast-growing tree species and their significance in the Czech Republic with regard to economic, legislative, and energy aspects of their use, as is already mentioned in the first chapter, entitled "Objective and Methodology." In the second chapter, "Introduction," the reader is familiar with the topic. The third chapter entitled "Literature review" includes two sections. The first is the "Fast-growing trees," where it is introduced "Biomass", "survival rate of cuttings, depending on the type of fertilization", "Application of sewage sludge" and "Legislative Requirements" and "subsidies". The second sub-chapter entitled "Uses of biomass for energy purposes" will familiarize you with the most common use of biomass, which is the direct combustion, either to obtain heat or electricity. There are also lists "Legislative Requirements" and "International Convention". In the fourth chapter "Own attempt" are recorded actions and the results of the experimental plantation of fast-growing trees. The fifth chapter is entitled "Economic evaluation". Here are the factors for economic processing project return on investment for the establishment of Japanese plantation poplars.

Key words: fast-growing trees, biomass, production technology

OBSAH

1 ÚVOD	6
2 CÍL PRÁCE A METODIKA	7
2.1 CÍL PRÁCE	7
2.2 METODIKA	7
3 LITERÁRNÍ REŠERŠE	8
3.1 RYCHLE ROSTOUCÍ DŘEVINY	8
3.1.1 <i>Biomasa</i>	9
3.1.2 <i>Ujímavost řízků RRD v závislosti na druhu hnojení</i>	10
3.1.3 <i>Aplikace čistírenských kalů</i>	11
3.1.4 <i>Dřevní biomasa</i>	12
3.1.4.1 <i>Pelety z biomasy (dřevěné, rostlinné a kůrové)</i>	13
3.1.4.2 <i>Brikety z biomasy (dřevěné, rostlinné a směsné)</i>	14
3.1.4.3 <i>Dřevní štěpka (zelená, hnědá a bílá)</i>	15
3.1.5 <i>Legislativní podmínky</i>	17
3.1.6 <i>Dotace</i>	19
3.1.6.1 <i>SAPS</i>	19
3.1.6.2 <i>Vývoj poskytování finančních podpor na projektu Lesy České republiky</i>	20
3.2 ZPŮSOBY VYUŽITÍ BIOMASY K ENERGETICKÝM ÚČELŮM	23
3.2.1 <i>Přímé spalování – výroba tepelné energie</i>	24
3.2.1.1 <i>Krby</i>	25
3.2.1.2 <i>Kamna</i>	26
3.2.1.3 <i>Kotle na dřevo</i>	26
3.2.1.4 <i>Kotle na pelety</i>	28
3.2.1.5 <i>Kotle na spalování dřevní štěpky a pilin</i>	29
3.2.2 <i>Přímé spalování – výroba elektrické energie</i>	30
3.2.2.1 <i>Stirlingův motor</i>	30
3.2.2.2 <i>Kogenerace</i>	31
3.2.3 <i>Legislativní podmínky</i>	33
3.2.3.1 <i>Daňová diferenciacce</i>	33
3.2.3.2 <i>Environmentální poplatky</i>	33
3.2.3.3 <i>Výkupní ceny a zelené bonusy</i>	34
3.2.4 <i>Mezinárodní úmluvy</i>	35
3.2.4.1 <i>Bílá kniha Komise EU k obnovitelným zdrojům energie</i>	35
3.2.4.2 <i>Evropská energetická charta</i>	36
3.2.4.3 <i>Kjótský protokol</i>	38
4 VLASTNÍ POKUS	40
5 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	44

5.1 VSTUPNÍ ÚDAJE PRO EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	44
5.1.1 Investiční náklady.....	44
5.1.2 Provozní náklady.....	45
5.1.3 Životnost	45
5.1.4 Výnos a návratnost investice	45
5.1.4 Způsob financování	47
5.2 NÁKLADY SPOJENÉ S JEDNOTLIVÝMI DRUHY ENERGIE	47
6 ZÁVĚR.....	49
7 LITERATURA.....	51
SEZNAM ZKRATEK	I
SEZNAM TABULEK	II
SEZNAM OBRÁZKŮ	III
PŘÍLOHY	IV

1 Úvod

Nacházíme se v době, kdy se objevují různé spekulace o tom, na jak dlouho nám ještě vydrží fosilní paliva, která jsou řazena mezi vyčerpatelné zdroje energie. Například některé prognózy tvrdí, že uhlí na území našeho státu vydrží už jen na pouhých 35 let. Hledají se proto různé argumenty, proč nemáme fosilní paliva používat. Nejdůležitějším a nejsilnějším argumentem pro každého z nás by měl být ale dopad na životní prostředí. Ať už máme na mysli těžbu fosilních paliv nebo jejich využívání, obojí má značně negativní vliv na naše okolí. Těžbou se naše krajina promění v pustinu a nedokonalým spalováním vypustíme do ovzduší nemalé množství škodlivých látek.

Ale jelikož se nacházíme v mírném podnebném pásu, musíme řešit otázku vytápění našich domů či bytů a ohřev užitkové vody. Pro spoustu lidí je při výběru hlavní otázkou cena a určitá pohodlnost, která nejde vždy ruku v ruce s ohledem na životní prostředí.

Nabízejí se nám různé možnosti od vytápění dřevem, přes plyn až po používání elektrické energie. Při použití plynu jsme zcela závislí na dodávkách z Ruska a při vytápění elektrickou energií do jisté míry podporujeme těžbu a ukládání uranu. Vytápění dřevem je nejstarší metodou a při správném spalování určitě i tou nejšetrnější. Naše země se může chlubit rozlehlými lesy, které nabízejí velké zásoby dřeva, ovšem trvá přibližně 30 let, než strom dosáhne své dospělosti. Všeobecně se spalování dřeva mezi lidmi znovu rozšiřuje, ale ne pro každého je dostupnou surovinou.

Pěstování rychle rostoucích dřevin je jednou z možných alternativ, jak získat ekologické a hlavně i ekonomicky nenáročné palivo na dobu několika desítek let. Česká republika se může chlubit velkou rozlohou úrodné půdy, která není stoprocentně využita. Například v okolí řek jsou podmáčené louky, které se nedají nijak využít, pole a pastviny, které leží ladem, tak proč zde nezaložit plantáže rychle rostoucích dřevin?

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je vytvořit literární přehled problematiky, která se zabývá rozborem rychle rostoucích dřevin a možnosti jejich uplatnění na území České republiky s ohledem na ekonomické, legislativní a energetické aspekty jejich využívání.

2.2 Metodika

Metodika práce bude spočívat v rešerši současného stavu pěstování rychle rostoucích dřevin v České republice, s nimi spjatými legislativními podmínkami, poskytovanými dotacemi, náklady a výnosy a provedením vlastního pokusu. Bude čerpáno z odborných publikací, které budou uvedeny v 7. kapitole s názvem Literatura. Podklady budou rozloženy a tematicky zařazeny do kapitol podle smyslu práce.

Některé převzaté údaje budou zpracovány za použití programu Microsoft Excel do tabulek pro lepší přehlednost.

Vlastní pokus bude uveden ve 4. kapitole spolu s fotografickou dokumentací pokusu. V 6. kapitole budou vysloveny Závěry. Dále budou uvedeny Seznamy zkratk, tabulek a obrázků.

Pro praktické pochopení problematiky různých spalovacích zařízení a moderních paliv bude dne 25. února navštíven 7. mezinárodní veletrh moderního vytápění, geotermální a solární techniky.

3 Literární rešerše

3.1 Rychle rostoucí dřeviny

Topoly a vrby se ve světě pěstují již na více než osmi milionech hektarů, převážně zemědělské půdy, v tradičních vysokokmenných lignikulturách určených pro produkci dřevní suroviny. Jsou označovány také jako rychle rostoucí dřeviny (RRD), protože jejich výškový a objemový přírůst vrcholí v první až druhé dekádě růstu a je výrazně vyšší než u většiny hlavních lesních dřevin mírného pásma. V České republice se pěstování lignikultur (porost určitého dřevního druhu) rozšiřovalo jen na lesní půdě. Uvádí se, že u nás bylo na lesní půdě do roku 2009 vysazeno přibližně 11 000 hektarů RRD [47].

V našich klimatických podmínkách se osvědčily pouze některé druhy topolů a vrb, které mají v prvních letech po výsadbě velké přírůstky biomasy a roční výškové přírůstky činí až 2 m. Po seříznutí dokonce až 4 m v produkčním maximu [18]. Jedná se o topol, klon J 105, který je u nás nejrozšířenější a o vrbu, klon S-195 [47]. Pěstitelská technologie má určitá specifika. Výsadba se provádí v hustotě maximálně 15 000 sazenic na hektar. U Japonského topolu v našich podmínkách se osvědčilo 8 000 až 10 000 kusů na hektar. Na rozdíl od lesních kultur, které se sklízí přibližně po 30 letech, se plantáže RRD sklízí po 3 až 4 letech a takovou sklizeň lze opakovat několikrát bez nové výsadby [18]. Jak píše Ing. Hudáček z Ministerstva zemědělství (MZe) ve svém e-mailu z 22. února 2012, v České republice bylo v roce 2005 evidováno 124 ha plantáží. Pro porovnání k poslednímu dni v roce 2011 bylo nahlášeno 772 ha porostů RRD – viz tabulka č. 1, což je o 648 ha více za pět let.

Tabulka č.1 Výměra porostů RRD v letech 2004 až 2011

Kultura / rok	Výměra [ha]							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Porost RRD	88	124	150	167	250	262	373	772

Zdroj: vlastní tabulka dle údajů z MZe

Například ve Švédsku je osázeno RRD přibližně 15 000 ha. I v české republice se zakládání plantáží RRD s krátkou obmýtní dobou jeví jako účelný způsob k využití přebytečné zemědělské půdy [29]. Pro zajímavost v červnu roku 2009 z celkových 4 244 tisíc ha zemědělské půdy bylo tvořeno přibližně 23 % vysoce produkčních (černozemě a hnědozemě), 47 % středně produkčních a 30 % méně produkčních půd. Evidovaná

obhospodařovaná zemědělská půda v LPIS byla k 30. červnu 2009 celkem 3 526 tis. ha, což je o 718 tis. ha nižší výměra než je celkově evidovaná zemědělská půda [42].

V našich zemích lze nalézt určitou analogii plantáží RRD v lesním hospodářství. Projevem extenzivního využívání lesů bez cílevědomé pěstební péče byly tzv. pařeziny, které jsou známy už ze středověku. Vznikaly v hustě osídlených krajích se značnou spotřebou palivového a stavebního dříví. Při tomto způsobu obhospodařování lesů se využívá pařezové výmladnosti některých druhů listnatých dřevin, například vrb, dubů a akátů. V pařezinách bylo dříví pro topení, popřípadě tenké méně kvalitní sortimenty užitkového dříví, získáváno již ve 20. až 30. letech dvacátého století [29].

Oproti pařezinám lze plantáže rychle rostoucích dřevin snadno ošetřovat, protože stromy rostou v pravidelných řadách. Mezi řady lze snadno zajíždět mechanizačními prostředky. Sklizeň a zpracování stromů je také snadné, protože je to dřevní hmota homogenní a pravidelného vzrůstu. Podle rozdílných pěstitelských postupů a konečného zpracování produktů byly vyvinuty rozličné technologie a procesy sklizně. Velmi rozšířené je ruční řezání, které je spíše vhodné pro malé plantáže nebo tam, kde je špatný přístup pro mechanizační prostředky. Dále lze využít stroje pro přímé štěpkování či pro sklizeň prutů, které se skládají z upravené řezací hlavy, která je napojena na standardní sklízeč (např. pro sklizeň píce, kukuřice či cukrové řepy). Při přímém štěpkování je kmen naštěpkován a přemístěn na přívěsný valník [34]. V některých lokalitách mohou být plantáže součástí biokoridorů, proto by měl být projekt zakládání energetických plantáží vypracován tak, aby se plantáž stala součástí přirozené krajiny. Pro vysvětlení pod pojmem biokoridor se rozumí propojený úsek krajiny, který umožňuje pohyb organismů mezi jednotlivými biocentry [2].

V současné době mohou být zkušenosti z lesního hospodářství náležitě uplatněny při využívání zemědělských půd k produkci biomasy pro energetické účely [29].

3.1.1 Biomasa

Biomasa označuje veškerou organickou hmotu vzniklou prostřednictvím fotosyntézy nebo hmotu živočišného původu. Rostliny odebírají z atmosféry oxid uhličitý a energie slunečního záření a právě během zmiňovaného procesu, zvaném fotosyntéza, jej pomocí barviva chlorofylu a energie slunečního záření redukuje a vytvářejí z něj glukózu a postupně řadu složitých organických sloučenin, které potřebují ke svému životu. Jako odpadní produkt přitom vypouštějí do atmosféry kyslík [23]. Fotosyntéza je nejdůležitější a svým rozsahem převládající chemická reakce na světě, zdroj kyslíku a chemické energie [29]. Z čistě

praktického hlediska je biomasa vzniklá činností rostlin vlastně jakási „energetická konzerva“, v které je uložena část zachycené sluneční energie, která se může uvolnit a následně využít.

Teoretické množství energie, které je třeba na přeměnu 44 g, respektive 23 litrů oxidu uhličitého na 30 g glukózy (nebo škrobu či celulózy), je 0,13 kWh, což je pro větší názornost množství energie, které dopadne za slunečného dne na plochu 1 m² asi za 8 minut. Žádná reálná rostlina pochopitelně z 0,13 kWh nevyrobí 30 g glukózy. Rostliny především nedokážou využít veškeré dopadající sluneční záření, fotosynteticky aktivní je pouze záření v oblasti 400 až 700 nm. Při normálním slunečním světle se maximální účinnost pohybuje někde kolem 13 %, což je hodnota srovnatelná s některými fotovoltaickými články. Kromě světla a oxidu uhličitého rostlina ovšem potřebuje ještě další látky k tomu, aby rostla a produkovala biomasu. Důležité jsou zejména přiměřená teplota, dostatek vody a minerální látky [21].

3.1.2 Ujímavost řízků RRD v závislosti na druhu hnojení

ČZU společně s Botanickým ústavem Akademie věd v květnu 2008 založila v rámci projektu „*Energy plantation technology on contaminated land*“ plantáže RRD (topolů a vrb) na dvou lokalitách v blízkosti Příbrami (Komín a Litávka). Plantáže vznikly za účelem pokusů fytoimediačních schopností těchto dřevin [16], což jsou schopnosti, při kterých rostliny umí degradovat či odstraňovat toxické látky z kontaminovaného prostředí, ať už jde o půdu či vodu [33]. Byly použity čtyři klony: VB1 – Vrbový klon Tordis, VB2 – Vrbový klon S-smith F – 218 – Salix – smith. X smithiana Wild., TP1 – Topolový klon Maxviera a TP2 – Topolový klon Wolterson.

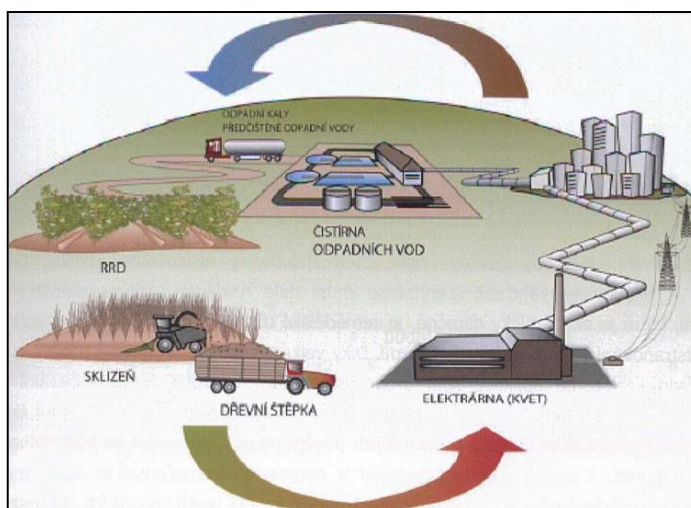
Došlo zde ke čtyřem variantám hnojení – hnojení odpadními kaly (H), mykorhizním hnojivem (M), směsí odpadního kalu a mykorhizního hnojiva (MH) a kontrolní varianty nehnojené (K) [16]. Mykorhizní hnojivo využívá soužití podhoubí některých hub s kořeny vyšších rostlin [17]. Při sledování úspěšnosti ujímavosti řízků bylo dosaženo zajímavých výsledků. Měření proběhlo dvakrát, a to v červnu (tj. přibližně měsíc po výsadbě) a na konci srpna. Provádělo se prostým spočtením uhynulých rostlin na pozemku. Nejvyšší procento uhynulých řízků je ve variantách, které byly hnojeny pomocí kalů. Největší úspěšnosti dosahovalo naočkování řízků mykorhizním hnojivem, kde úhyn dosahoval maximální hodnoty pouze 3,13 % - viz Přílohy tabulka č. 2.

Je patrné, že mykorhizní hnojení je výhodné použít v situacích, kdy hrozí špatné zakořeňování po výsadbě. Na podzim 2008 došlo ke sklizení plantáže a k porovnání suché biomasy, která byla během prvního roku vytvořena. Výsledky dokázaly, že rostliny ošetřované čistírenskými kaly měly sice nevýhodu v počáteční fázi (právě díky zakořeňování), avšak později byl jejich růst úspěšnější než u těch, které byly pouze naočkovány. Nejschůdnější cestou se ukázalo být využití mykorhizního hnojení společně s čistírenskými kaly, což nejprve zajistí dobrou ujímavost řízků a následně dobrý nárůst biomasy díky živinám z čistírenských kalů [16].

3.1.3 Aplikace čistírenských kalů

Čistírenský kal vzniká při čištění odpadních vod, jehož trend stoupá téměř ve všech evropských státech. Stoupající počet nových systémů čištění a modernizace stávajících čistíček vede také k nutnosti zacházet s odpadními kaly postupy, které jsou šetrné k životnímu prostředí. Protože vznik odpadního kalu je výsledkem rozličných procesů, prováděných při čištění odpadních vod (sedimentace, aktivace kalů, atd.), jeho kvalita je silně závislá na zpracovávané odpadní vodě a na celkovém procesu čištění. Jeho vhodnost použití na plantážích RRD je též ovlivněna zpracovatelskými postupy, zahrnující biologické, chemické a termální procesy (kompostování, vápnění, odvodnění, apod.). Princip recyklace hodnotných živin na plantážích RRD je uveden na následujícím obrázku č. 1 [34].

Obrázek č. 1 Recyklace hodnotných živin na plantáži RRD



Zdroj: Stupavský, 2008

Vypěstované RRD jsou vytěženy, naštěpkovány a dodány do elektrárny, která zásobí nedaleké město elektrinou i teplou vodou. Znečištěná voda z města projde čistírnou odpadních

vod a přečištěné odpadní kaly putují na plantáž RRD ve formě hnojiva. A takto se proces neustále opakuje. Existují také limity, jaké procento těžkých kovů může obsahovat kal aplikovaný do půdy – viz tabulka č. 3.

Tabulka č. 3 Vstupy rizikových prvků do zemědělské půdy z různých zdrojů

Zdroj	Cd	Cr	Pb	Hg
	g.ha ⁻¹ .rok ⁻¹			
Hnojiva	0,639	7,610	1,624	0,004
Atmosférická depozice	1,312	7,132	30,790	0,200
Aplikace odpadních kalů	0,058	4,250	1,790	0,060

Zdroj: OOHPP, 2001

České limity jsou v porovnání s ostatními evropskými zeměmi poměrně přísné, např. povolený obsah rtuti v kalu je v České republice 4 mg.kg⁻¹ a například ve Švédsku až 25 mg.kg⁻¹ [16]. Navíc bylo dokázáno, že zejména vrby umí vyzdvihnout podstatné množství těžkých kovů z půdy. Proto množství kadmia, které se do půdy dostane, je při růstu vrb ve velké míře odstraněno. Pokud jde o rostlinné živiny, přepracovaný odpadní kal obsahuje velké množství fosforu, který může být recyklován v zemědělství, určité množství dusíku (většinou organicky vázaného), ale velmi málo draslíku. Díky deficitu dusíku a draslíku není čistírenský kal vyváženým hnojivem, proto je potřeba užití dalších hnojiv [34], jak prokázal i již zmiňovaný projekt „Energy plantation technology on contaminated land“ v okolí Příbrami.

3.1.4 Dřevní biomasa

Dřevo je zahrnováno mezi obnovitelné zdroje energie, jako jeden z druhů biomasy. Je to snadno dostupný přírodní materiál, který je lidstvem široce využíván po celou dobu jeho historie. Hierarchický klasifikační systém rozděluje biomasu do čtyř skupin: dřevní, bylinná, ovocná a poslední skupinou jsou směsi a příměsi. Dřevní biomasa se člení na další čtyři podskupiny.

1) Lesní a plantážové dřevo

V této kategorii může být dřevo upraveno pouze redukcí velikosti částic, odkorněním, vysušením nebo zvlhčením. Lesní a plantážové dřevo zahrnuje dřevo z lesů, parků a plantáží spolu s rychle rostoucími dřevinami.

2) Dřevozpracující průmysl, vedlejší produkty a zbytky

V této skupině jsou klasifikovány vedlejší dřevní produkty a dřevní zbytky ze dřevozpracovatelského průmyslu. Těmito biopalivy mohou být chemicky neošetřené dřevní

zbytky (např. zbytky z odkornění, řezání klád nebo zbytky po redukci velikosti, tvarování stromů, lisování) nebo chemicky ošetřené dřevní zbytky, pokud neobsahují těžké kovy nebo halogenované organické sloučeniny, jež jsou výsledkem ošetření konzervačními prostředky na dřevo nebo nátěry dřeva.

3) Použité dřevo

Tato skupina zahrnuje dřevní odpad od zákazníků a společností. S ohledem na ošetření dřeva se používají stejná kritéria jako pro „dřevozpracující průmysl, vedlejší produkty a zbytky“, tj. použité dřevo nesmí obsahovat žádné těžké kovy nebo halogenované organické sloučeniny, jež jsou výsledkem ošetření konzervačními prostředky na dřevo nebo nátěry dřeva.

4) Směsi a příměsi

Zahrnuje směsi a příměsi dřevní biomasy. Míchání může být buď úmyslné (směsi) nebo neúmyslné (příměsi) [19].

Dřevní biomasa se pro její následné využití dále upravuje zejména na pelety, brikety a dřevní štěpku.

3.1.4.1 Pelety z biomasy (dřevěné, rostlinné a kůrové)

Pelety jsou vysoce stlačené výlisky válcovitého tvaru, nejčastěji vyráběny o průměru 6 mm a o různorodé délce 5 až 40 mm. Pelety jsou vyráběny z dřevních zbytků, obvykle z pilin a hoblin. Kromě těchto dřevních pelet se také na trhu objevují pelety rostlinné, kůrové, rašelinové a pelety z jejich vzájemných směsí – tzv. směsné pelety. Pelety jsou vyráběny z dřevních nebo zemědělských zbytků silným stlačením, které se nazývá peletování. Příklad výrobního řetězce pro dřevní pelety vysoké jakosti je uveden v Příloze na obrázku č. 2. Hlavním strojem výrobní peletovací linky je protlačovací matricový lis, konstrukčně řešený jako talířový, plochý nebo prstencový. Protlačovací matrice je opatřena soustavou otvorů potřebného průřezu a nad ní se v těsné blízkosti odvalují rolny, které zpracováváný materiál protlačují skrz matrici. Při tomto protlačování vzniká značné teplo, které změkčuje a uvolňuje v surovině obsažený lignin [19], který je důležitý pro soudržnost pelet. Dřevní pelety mají stabilní a nízkou vlhkost (obsah vody obvykle kolem 8 %). Výhřevnost pelet je kolem 20 MJ.kg⁻¹.

Na rozdíl od topenišť spalujících dřevo se při hoření pelet nevytváří kouř. Při dokonalém spalování vzniká bezbarvý CO₂ (oxid uhličitý) a H₂O (vodní pára) a jen nepatrné

množství škodlivin. Při hoření dále vzniká jen nepatrné množství popele, odpovídající přibližně 0,5 % spáleného paliva, což představuje cca 5 kg popele na 1 tunu pelet. Tento popel lze výhodně využít jako zahradní hnojivo. Výhřevnost pelet je závislá na jejich kvalitě a složení. U dřevěných pelet lze poznat jejich původ díky zabarvení. Čistá dřevní peleta bez příměsí kůry bývá nejsvětlejší, čím je peleta tmavší, tím v ní bývá více příměsí, nejčastěji kůry. Platí tedy obecné pravidlo čím světlejší peleta, tím kvalitnější. Peletováním vznikají nová biopaliva s vysokou energetickou hustotou, tepelnou výhřevností a výbornými vlastnostmi z hlediska dopravy a manipulace, které umožňují ekonomické skladování, předzásobení a automatický přívod paliva k topeništi [38].

3.1.4.2 Brikety z biomasy (dřevěné, rostlinné a směsné)

Tvarová úprava briketování využívá mechanických a chemických vlastností materiálů, které se použitím vysokotlakého lisování zhutňují do kompaktních tvarů. Omezující podmínkou materiálu pro zpracování je především vlhkost, která nesmí přesáhnout 15 %, a dále zrnitost materiálu, která nesmí přesáhnout rozměr 15 mm v jednom směru [19]. Podle zvoleného typu materiálu, se na trhu můžeme setkat s briketami ze dřeva, kůry, slámy, energetických plodin nebo s briketami vyrobených ze směsí těchto materiálů – tzv. směsnými briketami [35]. V lisovaných materiálech by nemělo být více než 6 až 8 % kůry a max. 20 % prachu. Brikety mohou být vyrobeny pouze s použitím takových pojiv, o nichž je známo, že při spalování nevznikají škodlivější nebo vyšší emise znečišťujících látek než při spalování „základních složek“, na jejichž bázi jsou paliva vyrobena. Dřevěné brikety smějí být vyrobeny pouze z dřevní hmoty, která nebyla před briketováním chemicky ošetřena a splňuje maximální přípustné hodnoty podle vyhlášky č. 357/2002 – viz Přílohy tabulka č. 4 [19].

Z pohledu spotřebitele je třeba rozlišit, k jakému účelu budou brikety využity. K rychlému vytopení víkendové chaty lze doporučit brikety z měkkého dřeva s otvorem uprostřed, které umožňují snadnější zátop a rychlejší prohořívání [35]. Brikety standardní kvality mají výhřevnost 18 až 20 MJ.kg⁻¹ [19]. Na druhé straně, pro stabilní vytápění rodinného domu, lze doporučit plné brikety nebo tzv. RUF brikety, které navíc při použití tvrdého dřeva či kůry jako vstupní suroviny, dávající pomalý rovnoměrný žár s až šestihodinovou dobou žhnutí [35]. Při použití tvrdého dřeva a dřevního prachu lze dosáhnout výhřevnosti až 33 MJ.kg⁻¹ [19].

Brikety mají díky své vysoké objemové hmotnosti, která se pohybuje okolo 1 000 až 1 200 kg.m⁻³, stabilní a nízkou vlhkost (obsah vody obvykle kolem 8 %) a nízký obsah popele

(kolem 1 až 3 %). Při hoření dále vzniká malé množství popele, odpovídající přibližně 1 % spáleného paliva, což představuje cca 10 kg popele na 1 tunu briket. Takto vzniklý popel obsahuje mimo jiné fosfor, draslík, vápník, hořčík, hydroxid draselný, kysličník křemičitý, kyselinu fosforečnou a důležité stopové prvky. Všechny tyto prvky lze použít jako minerální hnojivo pro zahrádku nebo trávník. Distribuce briket se provádí buď v pytlích o hmotnosti nejčastěji 10 kg, nebo skládané na paletách ve fóliích o hmotnosti do 1 000 kg. Čistá dřevní briketa bez příměsí kůry bývá nejsvětlejší, čím je briketa tmavší, tím v ní bývá více příměsí, nejčastěji kůry [19].

Standardem, z něhož bylo možno vycházet při výrobě briket a pelet, byla dříve pouze rakouská norma ÖNORM M 7135 z roku 2000 a německá norma DIN 51731 [19]. Avšak i u nás vyšla již dlouho očekávaná norma ČSN 14961, jenž je českou verzí evropské normy EN 14961-1:2010 [3].

3.1.4.3 Dřevní štěpka (zelená, hnědá a bílá)

Dřevní, resp. lesní štěpka je strojně nakráčená a nadrcená dřevní hmota na částice o délce od 3 do 250 mm [35]. Specifikace vlastností dřevní štěpky podle normy ČSN EN 1461-1, kterou zveřejnila společnost Kovošrot, je uvedena v Příloze v tabulce č. 6 [4]. Dřevní štěpka je získávána z odpadů lesní těžby a průmyslového zpracování dřeva nebo rychle rostoucích dřevin. Jedná se o velmi levné biopalivo určené pro vytápění větších budov. Podle kvality štěpky a dalších příměsí ji můžeme dělit na štěpku zelenou, hnědou a bílou.

A) Dřevní štěpka ze zbytků lesní těžby

Jedná se o strojně zpracované těžební zbytky a kmínky z probírek na délku 50 až 250 mm. Obsah vody bezprostředně po těžbě dosahuje více než 55 %, objemová hmotnost se pohybuje okolo 300 kg.m^{-3} . Obsah vody po přirozeném dosoušení přes léto na slunném a větru vystaveném místě zpravidla klesá na 30 % při objemové hmotnosti kolem 250 kg.m^{-3} . Výhřevnost je vysoce závislá na obsahu vody, její hodnotu můžeme uvažovat v rozmezí 8 až 12 MJ.kg^{-1} [36]. Obsah popele je kolem 3 % [4].

Na trhu se objevuje několik druhů dřevní štěpky, především:

- **Zelená štěpka (lesní)**

Štěpka získaná ze zbytků po lesní těžbě. Lze v ní nalézt nejen části drobných větví, ale také listí, případně jehličí – proto zelená štěpka. Tím, že se zpracovává čerstvá hmota, je vlhkost této štěpky vysoká.

- **Hnědá štěpka**

Štěpka získaná ze zbytkových částí kmenů, pilařských odřezků apod. Sjednocujícím prvkem je obsah kůry. Dříví totiž nebylo před zpracováním odkorněno, lze tedy na jednotlivých štěpkách rozpoznat části kůry.

- **Bílá štěpka**

Štěpka získaná z odkorněného dříví, obvykle odřezků při pilařské výrobě. Ani na jednotlivých štěpkách se již nenachází kůra (na rozdíl od štěpky hnědé). Využívá se především pro výrobu dřevotřískových desek [36].

Obecně se dá říci, že hodnota těžebních zbytků může být nižší než náklady na sběr, dopravu a zpracování. Nicméně díky pokročilým technologiím mohou být lesní zbytky také novým zdrojem pro pevná biopaliva. Z praktických důvodů není odběr těžebního odpadu vhodný v případě, kdy nám daná oblast poskytne méně než 100 prms (bližší informace o použité jednotce jsou uvedeny v Příloze v tabulce č. 5), palivové štěpky, což znamená, že celkem musí být vytěženo 200 až 300 m³ dřeva, jinak by cena výrobních nákladů převýšila cenu štěpky. Těžby se vzdáleností více než 500 metrů jsou též z ekonomického hlediska nevýhodné [46].

B) Dřevní štěpka ze zbytků z průmyslového zpracování dřeva

Strojně zpracovaný odpad průmyslového zpracování dřeva na délku 3 až 15 cm. Obsah vody z pilařských odpadů bývá kolem 45 %, z truhlářské výroby kolem 15 %. Výhřevnost 9 až 16 MJ.kg⁻¹. Dřevní štěpka zatím není klasickým palivem s rozvinutou sítí dodavatelů pro malospotřebitele. Proto si ji může spotřebitel v malých objemech připravit sám vhodným drtičem. Při potřebě většího množství paliva je doporučeno obrátit se na dodavatele dřevní štěpky – těžařské firmy, distributory paliv, majitele lesů, pil, dřevozpracujícího průmyslu, správce státních lesů, apod. [36].

Pro větší přehlednost jsou nejvýznamnější technické parametry přeneseny do následující tabulky č. 7.

Tabulka č. 7 Základní technické parametry pelet, briket a dřevní štěpka

Parametry	Pelety	Brikety	Dřevní štěpka
Obsah vody [%]	8	8	15 až 50
Obsah popele [%]	1	1 až 3	3 a více
Výhřevnost [MJ.kg ⁻¹]	20	18 až 20	8 až 16
Váha / objem [kg.m ⁻³]	850	1 000 až 1 200	250 až 300

Zdroj: vlastní tabulka dle Stupavský, 2010

3.1.5 Legislativní podmínky

Chování podnikatelských subjektů je limitováno a usměrňováno právními a technickými normami (zákony, vládními nařízeními, vyhláškami, ČSN, od 1. května 2004 též právními a technickými normami EU, se kterými je průběžně harmonizována naše právní soustava). Kontrolní funkci vykonávají složky správních a samosprávních orgánů. Základní právní a technické normy mají za cíl vytvořit rámec pro chování podnikatelských subjektů a spotřebitelů, stanovit technické požadavky na zařízení a výrobky, implementovat právní systém EU do našeho právního systému a stanovit funkce, pravomoci a podmínky činností správních a samosprávních orgánů tak, aby byla zabezpečena ochrana životního prostředí, zdraví lidí a rovné podmínky pro hospodářskou soutěž včetně ochrany spotřebitelů [29].

Záměr založení porostu plantáže pro pěstování rychle rostoucích dřevin vyžaduje v první řadě seznámení s několika legislativními úpravami.

A) Zákon o zemědělství č. 252/1997 Sb., v platném znění, v § 3i

Zde jsou vymezeny druhy zemědělských kultur a definovány v písmenu j) porost RRD, kterým je „souvisle osázena plocha rychle rostoucími dřevinami určenými k produkci biomasy pro energetické využití nebo k produkci řízků jako neprodukčního porostu pro vegetativní množení RRD“. Tím, že tento zákon vymezuje plantáže RRD jako samostatnou zemědělskou kulturu, a tyto plantáže jsou tedy součástí ZPF, jsou tyto plantáže registrovány v systému registru půdních bloků a je na ně možné čerpat přímé platby stejně, jako na jakoukoliv zemědělskou půdu.

B) Věstník Ministerstva zemědělství z roku 2010

Tento dokument poskytuje seznam druhů RRD a jejich kříženců pěstovaných ve výmladkových plantážích v ČR s uvedením maximální délky jejich sklizňového cyklu. Například doporučená maximální délka obmýti Japonského topolu je 8 let – viz Přílohy tabulka č. 8.

C) Metodická instrukce Ministerstva životního prostředí k aplikaci § 5, odst. 4 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny

Instrukce, která hovoří v souvislosti s vydáváním povolení k záměrnému rozšiřování geograficky nepůvodního druhu rostliny do krajiny a k aplikaci § 5, odst. 5 zákona o ochraně přírody a krajiny v souvislosti s vydáváním povolení k záměrnému rozšiřování křížence rostliny do krajiny. Povolení vydávají dle uvedeného zákona příslušné orgány ochrany přírody, kterými jsou obvykle obce s rozšířenou působností. Tato metodika omezuje pěstování RRD ve zvláště chráněných územích, kterými jsou například národní parky, CHKO, přírodní rezervace aj. Zde se nabízí možnost pěstovat původní druhy topolů a vrb, avšak s vysokými investičními náklady do sadebního materiálu, který i několikanásobně převyšuje cenu sadby Japonského topolu.

D) Zákon 334/1992 Sb., ČNR o ochraně zemědělského půdního fondu

Od 1. března 2007 není třeba odnětí ze zemědělské půdy a také nejde o zalesňování, jak je mnohdy milně prezentováno. Při sklizni vzrostlých porostů (po 5 letech po výsadbě dosahuje Japonský topol výšky 10 až 15 metrů) není nutné žádat o povolení kácet, jelikož jde o podobnou polní plodinu jako je například kukuřice či brambory. Zde hovoříme o tzv. „polním dříví“ [10].

E) Zákony spojené s aplikací odpadních kalů a vod

V České republice existuje řada zákonů a vyhlášek, spojených s aplikací odpadních kalů a vod, např. Zákon o odpadech 185/2001 Sb. (§ 32), Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách, Zákon č. 156/1988 Sb. o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd, Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů, aj. Všechny tyto zákony a vyhlášky dohlížejí na to, aby se do půdy neaplikovaly škodlivé látky [16].

3.1.6 Dotace

Dotační zdroje lze v České republice (ČR) rozdělit na dvě základní skupiny podle zdroje finančních prostředků. Po vstupu ČR do Evropské unie (EU) jsou zemědělcům nabízeny evropské dotační programy (většinou částečně kofinancované ze státního rozpočtu ČR), které jsou vhodně doplněny národními dotačními programy (plně hrazeny ze státního rozpočtu ČR). Evropské dotační programy spolu s národními doplňkovými platbami administruje a vyplácí Státní zemědělský intervenční fond [25]. Základním dotačním nástrojem v ČR, který přímo a jako jediný v roce 2011 podporuje plantáž RRD, je Jednotná platba na plochu (tzv. SAPS).

3.1.6.1 SAPS

Žadatelem je fyzická nebo právnická osoba, obhospodařující zemědělskou půdu, která je na ni vedena v Evidenci půdy (LPIS). O poskytnutí podpory je možné žádat na následující zemědělské kultury a podkultury, přičemž výše podpory není závislá na konkrétním druhu kultury:

- orná půda (R),
- travní porost stálá pastvina (TSP),
- travní porost ostatní (TO),
- vinice (V),
- chmelnice osázená (CO),
- chmelnice neosázená (CN),
- ovocný sad intenzivní (SI),
- ovocný sad ostatní (SO),
- školka (K),
- zelinářská zahrada (Z),
- **rychle rostoucí dřeviny (D).**

Základní podmínkou pro poskytnutí podpory je minimální výměra, která činí v součtu všech půdních bloků (dílů půdních bloků) v Jednotné žádosti nejméně jeden hektar zemědělské půdy.

Zemědělská půda, na kterou je požadována finanční podpora, musí být na žadatele vedena v LPIS nejméně od data podání žádosti do 31. srpna kalendářního roku, ve kterém žádá o podporu. Po celé období, po které je půda na žadatele vedena v LPIS, musí být zemědělsky obhospodařována.

Podpora se poskytne na zemědělskou půdu, která je v LPIS vedena jako způsobilá k poskytnutí platby podle čl. 124 odst. 1 nařízení Rady (ES) č. 73/2009, tj. byla uchována v dobrém zemědělském stavu. Součástí žádosti o jednotnou platbu na plochu je Deklarace zemědělské půdy a SAPS, ve které musí být uvedeny všechny půdní bloky vedené na žadatele v LPIS v odpovídající výměře (výměra LPIS) a současně výměra, na kterou je požadována Jednotná platba na plochu (výměra SAPS).

Nárok na jednotnou platbu na plochu pro půdní blok s kulturou D (rychle rostoucí dřeviny) má žadatel pouze pokud na půdním bloku pěstuje druhy dřevin, které jsou vhodné jako rychle rostoucí dřeviny pěstované ve výmladkových plantážích. Seznam těchto dřevin včetně maximálního povoleného cyklu sklizně je uveden v tabulce č. 8. Žadatel o rychle rostoucí dřeviny musí vyplnit Deklaraci RRD – viz Přílohy obrázek č. 3, kde uvede čtverec a kód půdního bloku včetně výměry, na které tuto rychle rostoucí dřevinu pěstuje, dále pak rod a druh rychle rostoucí dřeviny, rok výsadby a rok posledního předchozího obmýtí [41].

Jednotná platba na plochu (SAPS) pro rok 2011 byla poskytována ve výši 4 686,50 Kč na hektar zemědělské půdy [7].

Pro zajímavost do roku 2011 bylo možné žádat o Národní doplňkovou platbu k přímým podporám na zemědělskou půdu (tzv. Top-up). Tato platba byla novelou Nařízení vlády č. 112/2008 Sb., ve znění pozdějších předpisů, na zemědělskou půdu pro rok 2011 zrušena [8].

3.1.6.2 Vývoj poskytování finančních podpor na projektu Lesy České republiky

Projekt pěstování biomasy, který spustily Lesy České republiky (LČR), názorně ukazuje vývoj poskytování finančních podpor pro pěstitele RRD. Na jaře 2006 byl ve státním podniku Lesy České republiky, po konzultacích s MZe ČR, zahájen projekt „biomasa“. LČR se rozhodly pěstovat rychle rostoucí dřeviny, určené pro energetické využití, na zemědělské půdě. Přes finanční podporu založení porostu se pěstování RRD mezi zemědělci nerozšířilo, ačkoliv v České republice byly již k dispozici ověřené klony topolů a vrb, které poskytují dobré výnosy. Cílem nové aktivity LČR bylo zjistit, co brání rozšíření tak potřebné činnosti u zemědělských podnikatelů a s pomocí zakladatele MZe ČR tyto bariéry odstranit.

Půdní fond ČR (PF) nabídl pro pilotní projekt k dlouhodobému pronájmu plochu v Příměticích a to 4,78 ha. Na jaře 2007 byla provedena výsadba i na pozemku LČR u Pohořelic o rozloze 2,99 ha – viz tabulka č. 9.

Tabulka č. 9 Výsadba RRD v rámci pilotního projektu LČR

Lokalita	Plocha (ha)	Cena dle BPEJ (Kč.m ⁻²)	Topoly (ha)	Vrby (ha)	Spon výsadby (m)
Pohořelice	2,99	10,40	2,22	0,77	3 x 0,5
Přímětice	4,78	10,10	1,80	2,98	2 x 0,5
Celkem	7,77	-	4,02	3,75	-

Zdroj: Miškovský, 2009

Rada EU schválila v květnu 2006 Akční plán pro biomasu, kde mimo jiné, doporučuje podporovat vytvoření dobře fungujícího transparentního a otevřeného trhu s biomasou a zvýšené využívání biomasy pro účely vytápění zejména při kombinované výrobě elektřiny a tepla. V ČR bylo, v rámci horizontální plán rozvoje venkova (HRDP), do roku 2006 podporováno založení porostu RRD ve výši 60 000 Kč na jeden hektar, při splnění podmínky (dané nařízením vlády č. 308/2004 Sb.) dočasně vyjmout plochy plantáží RRD ze ZPF (zemědělský půdní fond) nejméně na 15 let. Základní zemědělskou dotací v dotačním systému EU byla u nových členských států právě SAPS, která se však poskytuje pouze na půdu evidovanou v registru zemědělské půdy (LPIS). I při dočasném vynětí půdy ze ZPF se nárok na dotaci ztrácí. Velmi záhy tak bylo jasné, proč zemědělci nemají zájem o pěstování RRD. Tato pro ně navíc nová činnost jim přinášela ztrátu základní dotace SAPS na 15 let. Podpora založení porostu RRD ji nemohla nahradit.

Koncem roku 2006 došlo ve financování z EU k obratu. Při jednání Řídícího výboru pro přímé platby 18. října 2006 v Bruselu poukázalo Polsko na tento problém a požádalo, aby počínaje rokem 2007 byla kategorie RRD oprávněna pro platbu SAPS. LČR dopisem generálního ředitele požádaly ministryni zemědělství, aby podpořila požadavek Polska při projednávání navržené změny. Tak se koncem roku 2006 RRD staly oprávněné pro SAPS. Na jednání bylo též dohodnuto, že o dotace na založení porostu RRD, pro které se teprve připravovalo nařízení vlády do Programu rozvoje venkova ČR pro období 2007-2013, bude možné žádat i pro výsadbu provedenou v roce 2007. Od 1. března 2007 začala rovněž platit novela prováděcí vyhlášky k zákonu č. 265/1992 Sb., o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem, dle které se plantáže RRD mohou pěstovat i na zemědělské

půdě, takže se již nemusí dočasně vyjímat ze ZPF. V dubnu 2007 však došlo ke změně pravidel: Při schvalování Programu rozvoje venkova ČR pro období 2007-2013 v Bruselu byla podpora založení porostu RRD přesunuta z osy 2 do osy 1. Zde je úplně jiný systém poskytování podpor. Na rozdíl od osy 2, kde se podpora poskytuje na hektar, se v ose 1 poskytuje po předložení projektu procentem z uznaných výdajů. K tomu by ovšem musela být v ČR pravidla, která nebyla zveřejněna. Podmínkou k získání podpory byla navíc i povinnost žadatele vypěstované RRD energeticky užít pro vlastní potřebu, a tím se stala podpora založení porostu RRD pro zemědělce v ČR téměř nevyužitelná, protože by se štěpka z RRD při získání dotace nesměla obchodovat. Současně se tak administrativně zabraňovalo vytvoření trhu s biomasou v ČR, který Rada EU ve svém Akčním plánu doporučovala. Přehled finančních podpor je shrnut v následující tabulce č. 10.

Tabulka č. 10 Přehled poskytované finanční podpory v letech 2006 až 2008

Rok	Typ podpory	Výše	Předpis	Hlavní podmínky
2006	Na založení porostu	60 000 Kč.ha ⁻¹	Dle nařízení vlády č. 308/2004 Sb.	Vynětí ze ZPF na 15 let
2007	SAPS	2 800 Kč.ha ⁻¹	Dle nařízení vlády č. 47/2007 Sb.	Získání podpory pro energetické plodiny
	Pro energetické plodiny	31,5 €.ha ⁻¹	Dle nařízení vlády č. 80/2007 Sb.	Pozemky v LPIS Smlouva s nákupčím nebo 1. zpracovatelem
2008	SAPS	3 400 Kč.ha ⁻¹	Dle nařízení vlády č. 47/2007 Sb.	viz rok 2007
	Top-up	1 500 Kč.ha ⁻¹	Dle nařízení vlády č. 112/2008 Sb.	Získání podpory SAPS
	Pro energetické plodiny	do 45 €.ha ⁻¹	Dle nařízení vlády č. 80/2007 Sb.	Prohlášení nákupčího
	Založení porostu		Program rozvoje venkova ČR	Biomasu spotřebovat pro vlastní účely

Zdroj: Miškovský, 2009

Na jaře 2008 vysázely LČR na Lesním závodu Židlochovice dalších téměř 30 ha ploch RRD a uvažují o zvýšení výsadby na 50 ha ročně, aby se tak staly významným dodavatelem cíleně pěstovaných energetických dřevin v ČR. Při přípravě ploch se orientují na pozemky, které jsou v důsledku občasného zatopení zemědělsky obtížně využitelné. K pokračování

projektu RRD u LČR vedlo přesvědčení, že pěstování tohoto obnovitelného zdroje energie podporované Radou EU dozná i zásadní podpory v České republice a bude i ekonomicky efektivní [21]. Na tomto projektu LČR je průhledně vidět, jak je důležitá podpora ze strany státu.

3.2 Způsoby využití biomasy k energetickým účelům

Stále rozvíjející se moderní technologie spalování biomasy předurčují tuto oblast energetických zdrojů k aktuálnímu rozvoji. Používané rozdělení na „starou“ a „novou“ biomasu spočívá v tom, zda jsou energeticky využívány již vyrostlé rostliny a další organické materiály (stará) nebo zda jsou rostliny pro energetické účely speciálně pěstovány (nová) [28].

Nejvhodnější způsob využití biomasy k energetickým účelům je do značné míry určen fyzikálními a chemickými vlastnostmi použité biomasy. Jednou z nejvýznamnějších vlastností je vlhkost, jež je charakterizována obsahem sušiny v biomase. Rozhraní mezi mokrymi procesy (hmotnostní obsah sušiny je menší než hmotnostní obsah vody) a suchými procesy (hmotnostní obsah sušiny je větší než hmotnostní obsah vody) tvoří biomasa s hmotnostním podílem 50 % sušiny. Z principálního hlediska lze rozlišit několik způsobů získávání energie z biomasy – viz následující tabulka č. 11.

Tabulka č. 11 Způsoby využití biomasy k energetickým účelům

Konverze biomasy		Energetický výstup	Odpadní materiál či druhotná surovina
Typ	Způsob		
Termochemická konverze (suché procesy)	spalování	teplo vázané na nosič	popeloviny
	zplyňování	generátorový plyn	dehtový olej, uhlíkaté palivo
	pyrolýza	generátorový plyn	dehtový olej, pevné hořlavé zbytky
Biochemická konverze (mokrý procesy)	anaerobní fermentace	bioplyn	fermentovaný substrát
	aerobní fermentace	teplo vázané na nosič	fermentovaný substrát
	alkoholová fermentace	etanol, metanol	vykvašený substrát

Zdroj: Pastorek, 2001

Nejčastěji používanou technologií je spalování. Aerobní a anaerobní fermentace je vhodná pouze pro specifické technicko-ekonomické podmínky. Ostatní procesy jsou technologicky zvládnutelné, ale v praxi se nevyskytují [30].

Z technologického hlediska existují dvě hlavní skupiny zdrojů energetické biomasy. První skupinou je biomasa záměrně produkovaná k energetickým účelům, kam spadají i plantáže RRD. Druhou skupinou je biomasa odpadní, kde jsou zařazeny odpady z lesního hospodářství (dřevní hmota z lesních probírek, kůra, větve, pařezy, kořeny po těžbě dřeva, palivové dřevo, manipulační odřezky a klest).

Pro účely této diplomové práce bylo použito rozdělení využití biomasy k výrobě tepla a k výrobě elektřiny za pomoci přímého spalování. Toto využívání biomasy je v praxi použito nejčastěji.

3.2.1 Přímé spalování – výroba tepelné energie

Spalování je nejstarší známá termochemická konverze (přeměna) biomasy [30]. Výhodou biomasy je nízký obsah síry, a tedy i oxidu siřičitého ve spalinách. Rovněž těžké kovy jsou zpravidla obsaženy jen v zanedbatelném množství. Do značné míry záleží na tom, na jakých půdách biomasa vyrostla a o jaké rostliny se jedná. To, že je biomasa přírodní produkt a obnovitelný zdroj energie, ještě neznamená, že při jejím využívání nemůže dojít k nežádoucímu vlivu na životní prostředí. Pokud například spalujeme dřevo v běžných kachlových kamnech či krbech, pak je v kouři obsažena celá řada škodlivých látek, podobně jako při topení uhlím. V zásadě to platí pro všechna topidla, která nevyužívají principu pyrolytického spalování (viz níže) [23].

Spalovací proces má čtyři fáze – sušení, pyrolýzu, spalování plynných složek a spalování pevných složek.

1) fáze – sušení

Při sušení se v materiálu postupně snižuje obsah vody a začne se zahřívat [30]. K sušení lze například využít bioplynové stanice, které produkují velké množství odpadního tepla. Na trhu existují specializované firmy pouze na problematiku sušení, jednou z nich je firma Stela-Laxhuber GmbH z bavorského města Massing. Má historii dlouhou 85 let a posledních 44 let se specializuje pouze na obor sušení. V České republice tuto firmu již 16 let zastupuje firma Pawlica s.r.o. [29].

2) fáze – pyrolýza (uvolňování plynné složky)

Po dosažení zápalné teploty při dostatečném přísunu kyslíku se uvolňuje spalné teplo a materiál se postupně rozkládá na hořlavé plyny, destilační produkty a zuhelněný zbytek. Pro dříví je specifické, že mezi tuhými palivy obsahuje nejvyšší podíl plynných látek uvolňovaných pyrolýzou ve vznosu mezi roštěm a komínem (tzv. dlouhý plamen) [29].

3) fáze – spalování plynné složky

Hoření plynných složek prodlužuje plamen a zvyšuje teplotu plynných spalin [30].

4) fáze – spalování pevných složek

V případě dostatečné teploty spalování a dostatečného množství spalovacího vzduchu je oxid uhelnatý oxidován na oxid uhličitý a jeho emise jsou minimální. Při teplotách běžných pro spalování biomasy (700 až 900 °C) vznikají především palivové oxidy dusíku (NO_x) [29]. Předpokladem pro ekologicky přijatelné a efektivní spalování biomasy je dostatečné množství kyslíku, vysoký obsah sušiny a provozní teplota nad hranicí zápalné teploty materiálu.

Tyto podmínky může splnit pouze zařízení konstruované na spalování biomasy a provozované podle pokynů výrobce. Proto existuje mnoho typů kotlů na spalování biomasy, které se liší nejen velikostí (tepelným výkonem) a značkou výrobce, ale především konstrukčním uspořádáním [30]. Kotle na biomasu patří do širší skupiny kotlů na tuhá paliva. Mezi biomasu určenou pro vytápění řadíme především kusové dřevo, pelety a štěpku. Kotle na biomasu lze rozdělit podle několika kritérií: palivo (jednodruhové, více druhů paliva), přidávání paliva (ruční přidávání, automatické kotle) a podle umístění (interiérové kotle, kotle do technické místnosti) [15].

3.2.1.1 Krby

Nejjednodušším, nejstarším a hojně používaným topidlem je krb. Má za sebou dlouhý vývoj a četná vylepšení. Krb předává teplo do místnosti převážně sáláním, jen menší množství je předáno konvekcí, tj. ohříváním vzduchu zdívkou krbu a komína. Tato vlastnost byla výhodná ve špatně izolovaných a netěsných domech, kde stejně nebylo možné dosáhnout potřebné teploty vzduchu, nicméně v moderních, dobře izolovaných domech to již není zdaleka tak významné, přílišné tepelné sálání naopak může být někdy i nepříjemné. Z hlediska energetické účinnosti a produkce škodlivých emisí je dnes však klasický otevřený krb již zcela nevyhovující. Hlavní nevýhodou je, že hořící dřevo je příliš ochlazováno a není dost dobře možné řídit množství vzduchu pro spalování. Krb nasává velké množství vzduchu,

který s sebou do komína odnáší mnoho tepla. Vzduch pro spalování je navíc odsáván z místnosti, čímž ji ochlazuje. Výsledkem je nízká účinnost (méně než 20 %). Dnes se proto používají převážně uzavřené krby (krbové vložky), vzduch pro spalování se často přivádí z venku zvláštním kanálem a zpravidla se také odebírá část tepla z kouřových plynů pomocí zvláštního výměníku (teplovodní nebo teplovzdušný). Účinnost je pak i přes 75 %, což je oproti klasickému krbu pokrok [23].

3.2.1.2 Kamna

Zajímavým a dost rozšířeným topidlem na dřevo jako kamna typu Bullerjan. Charakteristickým prvkem těchto kamen je plášť spalovací komory, který je z částí tvořen trubkami. Ty jsou v přímém styku s horkými kouřovými plyny. Dochází poměrně k účinnému odvodu tepla vzduchem, který proudí těmito trubkami zdola nahoru – viz Přílohy obrázek č. 4. Díky tomu je dosaženo zdvojnásobení plochy obtékané spalinami a lze i při relativně malých rozměrech dosáhnout větší topných výkonů. Na trhu jsou k dostání v rozmezí výkonu 6 až 35 kW [23]. Tyto kamna o výkonu 20 kW se dají pořídit za 47 730 Kč [43].

Dále lze použít například kamna na pelety. Jejich základní výhodou je velký rozsah výkonu; u malých topidel zhruba od 1 kW, což umožňuje jejich použití v moderních nízkoenergetických a pasivních domech. V těchto domech je zpravidla použito rekuperační větrání – je tedy vytvořen rozvod vzduchu, a není proto problém rovnoměrně rozdělit teplo do celého domu [23]. Například větrací jednotka s rekuperací, tepelným čerpadlem a chlazením ELAIR 2.5 A/C-V od společnosti Elmet dokáže bez použití filtrů odstranit z místnosti znečištěný vzduch a dodat do místnosti přes prachový filtr čistý vzduch z venkovního prostředí. Přitom odebere z odstraněného vzduchu jeho tepelnou energii a použije jí k ohřátí dodávaného čistého vzduchu, čímž značně ovlivní spotřebu elektrické energie. Pracuje na principu malého tepelného čerpadla, což znamená, že za 1 kWh elektrické práce vyrobí až 4 kWh tepelné energie. Cena tohoto provedení je stanovena na 70 752 Kč [32]. Takto se eliminuje hlavní nevýhoda kamen (lokální topidlo) vůči teplovodním kotlům (ústřední vytápění). Mnoho typů je provedeno i jako „krbová kamna“, tedy tak, aby byl viditelný hořící oheň [23].

3.2.1.3 Kotle na dřevo

Ve střední Evropě jsou zdaleka nejrozšířenější teplovodní vytápěcí soustavy, a proto jsou kotle pro vytápění domů a bytů konstruovány na použití teplonosného média (voda). Použití kotle a ústředního vytápění pro celý dům má značné výhody oproti lokálním topidlům,

tím, že vytápíme dům jako celek, může mít topné zařízení větší výkon (topidla na dřevo se lépe konstruuji pro větší výkony) a jako palivo lze pak použít i delší kusy dřeva, což snižuje pracnost při úpravě paliva. Tím, že je kotel umístěn mimo obytné místnosti, se vyhneme znečištění místností při transportu paliva a přikládání. Pálit samotnou drobnou štěpku nebo piliny není v těchto kotlích efektivní.

V zásadě všichni výrobci již nabízejí kotle s pyrolytickým spalováním a výkony kotlů začínají v průměru na 18 nebo 20 kW. Pokud se topí suchým dřevem do 20 % vlhkosti lze výkon snižovat až na hodnotu přibližně 40 % jmenovitého výkonu. Pod tuto hodnotu se už jít nedá, protože dojde ke zhroucení pyrolytického procesu, účinnost spalování prudce poklesne, kotel začne dehtovat a produkovat velké množství škodlivých emisí. Určitý problém s těmito kotli spočívá v tom, že i jejich minimální výkon je pro moderní, dobře izolované rodinné domy příliš velký. Z tohoto důvodu se před časem začaly v nabídce příslušenství kotlů objevovat akumulční nádrže, které slouží k odebrání přebytečného výkonu kotle a akumulaci tepla na pozdější dobu.

Akumulační nádrže představují nejlepší alternativu, jak přizpůsobit kotel potřebám topné soustavy. Kotel má z principu jen omezenou možnost regulace výkonu. Do akumulční nádrže je možné bez problémů umístit například tepelný výměník pro solární kolektory, plovoucí bojler nebo výměník pro ohřev teplé vody a pochopitelně i elektrickou topnou vložku. Nádrž tak může sloužit jako „energetická centrála“, do níž přichází teplo z kotle na tuhá paliva, ze solárních kolektorů i z elektřiny v nejlevnější akumulční sazbě. Z nádrže se poté odebere teplo pro vytápění domu i pro ohřev vody pro potřeby domu [23]. Například firma Regulus dodává kombinované akumulční nádrže od nejjednoduššího řešení nádrží s vestavěným zásobníkem teplé vody v objemech od 380 až do 1 500 litrů (nádrže s jedním solárním výměníkem nebo se dvěma solárními výměníky) přes nádrže se dvěma výměníky určenými pro solární systémy s průtokovou přípravou teplé vody a stratifikátorem pro správné rozložení (vrstvení) teplot, až po nejsložitější řešení nádrží s možností využití latentního tepla. Při pokročilém řešení lze při správném návrhu zapojení a regulace zajistit maximální možnou úsporu jak na vytápění, tak na přípravu teplé vody, popř. dalších ohřevů (bazény, wellness apod.) – viz Přílohy obrázek č. 5 [27].

Lze říci, že zavedením pyrolytických kotlů s akumulčními nádržemi se stalo kusové dřevo palivem, které může konkurovat plynu nebo elektřině nejen cenou, ale částečně i jednoduchostí použití a komfortem topení [23].

3.2.1.4 Kotle na pelety

Dalším zástupcem jsou peletové kotle, které mohou mít podstatně menší výkon než je tomu u kotlů na kusové dřevo. Již existují peletové kotle určené pro nízkoenergetické domy s regulovatelným tepelným výkonem od 2 do 8 kW. Pelety mají na rozdíl od dřeva podstatně nižší obsah vlhkosti, zpravidla pod 10 % a pelety větších rozměrů ještě znatelně méně. Pelety stojí velmi přibližně 1 Kč za kWh – cena se mění podle výrobce a roční doby, v letním období bývají levnější. Dřevo se cenově pohybuje někde v rozmezí 0,3 až 0,6 Kč za kWh.

Obdobně jako u kotlů na dřevo se může teplo získané spalováním pelet předávat topnému médiu, jež bývá nejčastěji voda. Soustava přípravy teplé užitkové vody by měla být doplněna akumulací nádrží. Pro další úsporu provozních nákladů je výhodné kombinovat peletový kotel např. se solárním systémem ohřevu teplé užitkové vody. V rodinném domě lze např. propojit automatický kotel na biomasu a krbová kamna s teplovodním výměníkem – viz obrázek č. 6.

Vlastní hoření pelet probíhá zpravidla v poměrně malém hořáku [23]. Peletový hořák tvoří jednu z nejdůležitějších součástí kotle na pelety, jeho vhodnou konstrukcí se přímo ovlivňuje spotřeba paliva, účinnost zařízení, trvanlivost, tvorba emisí a také se od něj obvykle odvíjí celková cena zařízení. Pro snadnější údržbu a servis lze obecně doporučit peletové kotle se snadnou výměnou a přístupem k hořáku. Moderní automatické peletové kotle a hořáky nabízejí standardně kontinuální spalování pelet (tzn. trvalý regulovatelný nezávislý přísun paliva i vzduchu a bezobslužný odvod popele) [37]. Do hořáku jsou pelety dávkovány ze zásobníku pomocí šnekového mechanismu, podobně jako se to řeší u dřevní štěpky. Toto dávkování probíhá v součinnosti s regulačním systémem kotle tak, aby byla pokryta okamžitá potřeba tepla. Zapalování pelet se děje pomocí elektricky žhavené spirály – viz obrázek č. 7. Hořák na pelety lze také vmontovat do existujícího kotle na tuhá paliva. Na trhu jsou i kotle umožňující spalovat vedle pelet i další palivo, například dřevo či zrní [23].

Pro kotel se jmenovitým výkonem 10 kW (s přihlédnutím ke střední účinnosti kotle 87,5 %) je zapotřebí cca 2,5 kg pelet za hodinu (s výhřevností 18 MJ.t^{-1} , resp. 5 kWh.kg^{-1}). Za celé otopné období, které průměrně odpovídá asi 1 500 hodinám provozu kotle na plný výkon, budou zapotřebí přibližně 4,5 tuny dřevěných pelet za rok. Tento výpočet je pouze orientační a v praxi záleží na mnoha faktorech (typ kotle, velikost a zateplení vytápěného objektu, ztráty v systému, typ paliva a další). Při ceně 5 000 Kč za jednu tunu představuje orientační roční náklad na palivo 23 000 Kč. Pro přípravu teplé užitkové vody je nutno kalkulovat s další

potřebou tepla cca 25 GJ za rok. To představuje asi 1,7 tun pelet (přibližně 8 000 Kč za palivo) ročně navíc a instalaci akumulární nádrže.

Moderní peletové kotle jsou provedeny jako plně automatizovaná zařízení s dobrými spalovacími vlastnostmi s nízkými emisemi díky přesnému elektronicky řízenému systému dávkování paliva a spalného vzduchu. Tepelný výkon je řízen plynule regulovaným přívodem paliva a vzduchu v závislosti na venkovní teplotě a požadované vnitřní teplotě. Účinnost kotle dosahuje až 94 %.

Při výkonech do 50 kW není zapotřebí pro instalaci oddělený prostor. Při dopravě paliva šnekovým dopravníkem by měl být sklad pelet co nejbližší ke kotli, při použití pneumatického (nasávacího) potrubního systému se doporučuje maximální dopravní vzdálenost až do 25 m. Cena za automatický kotel na pelety, včetně regulace a napojení na komín se u nás pohybuje v širokém rozmezí (záleží na vlastnostech, vybavení a typu peletového kotle) od 50 000 Kč až po nejdražší modely v řádu 500 000 Kč [40].

3.2.1.5 Kotle na spalování dřevní štěpky a pilin

Dřevní štěpka je podobně jako pelety dopravována do spalovny pomocí šnekového dopravníku. Kotle na štěpku zpravidla také umožňují spalování pilin. Pro kotle velkých výkonů je typické, že mají poměrně složité řídicí systémy, které zajišťují optimální spalování v závislosti na složení a vlhkosti paliva. Na nízké úrovni jsou udržovány emise škodlivých látek a polétavého popílku, který se odlučuje ze spalin v cyklonovém odlučovači [23].

V kotlích na spalování dřevní štěpky je možno spalovat nestlačenou, volně loženou dřevní štěpku zpracovanou na drobnou štěpkovačem nebo drtičem. Podle velikosti a výkonu kotle je doporučeno využívat štěpku hrubší vyrobenou v kladivovém drtiči nebo jemnější vyrobenou v nožovém štěpkovači. Pro kotel s tepelným výkonem 20 kW s účinností spalování 85 % je zapotřebí 6 až 7 kg štěpky za hodinu (s výhřevností 12 MJ.t^{-1} , resp. $3,3 \text{ kWh.kg}^{-1}$ a 30 % obsahem vody). Za celé otopné období, které průměrně odpovídá asi 2 000 hodinám provozu kotle na plný výkon, bude zapotřebí přibližně 13 tun dřevní štěpky, což představuje 54 prms za rok (údaje o použité jednotce jsou uvedeny v Příloze v tabulce č. 5). Tento výpočet je pouze orientační a v praxi záleží na mnoha faktorech (především typ kotle, velikost vytápěného objektu, ztráty v systému, obsah vody ve štěpce a další). Při ceně $1\,000 \text{ Kč.t}^{-1}$ štěpky představuje orientační roční náklad na palivo 13 000 Kč. Pro přípravu teplé užitkové

vody je nutno kalkulovat s další potřebou tepla cca 25 GJ za rok. To představuje 3 až 5 tun štěpky (3 000 až 5 000 Kč za palivo) ročně navíc a instalaci akumulací nádrže.

Důležitou součástí kotle na štěpku je hořák a systém uchycení roštu, u kotlů menších výkonů se používají hořáky horizontální, hořáky s podsvětelným plněním nebo hořáky retortové, u kotlů větších výkonů jsou nejčastější pevné nebo posuvné (šikmé) rošty. Nevhodná je instalace kotle na štěpku pro velmi malé rodinné domky nebo objekty s nízkou potřebou energie (nízkoenergetické stavby). Zde se nevyplatí nákladná investice na pořízení kotle s příslušenstvím.

Cena za automatický kotel na dřevní štěpku menšího výkonu včetně regulace, podavačů a napojení na komín se u nás pohybuje v širokém rozmezí (záleží na vlastnostech, vybavení a typu kotlů) od 80 000 Kč až po nejdražší modely v řádu 700 000 Kč. Kotle na dřevní štěpku se vyznačují vyššími investičními náklady, které jsou však kompenzovány nejlevnějším palivem na bázi biomasy na trhu včetně možnosti samozásobení, tedy nejnižšími provozními náklady.

Další možností uplatnění pro štěpkové kotle větších výkonů (nad 100 kW) je kombinovaná výroba elektřiny a tepla, nebo využití tepla v průmyslu — např. sušárny, kompostárny, apod. [39].

3.2.2 Přímé spalování – výroba elektrické energie

Při výrobě elektřiny z tuhé biomasy se využívají tzv. motory s vnějším spalováním. Zde se palivo spálí ve spalovací komoře či kotli, vyrobené teplo pak ohřeje vhodné pracovní médium (vodní páru, vzduch nebo vhodný plyn) a to pak koná práci ve válcích motoru. Palivo není nutné převádět do plynného nebo kapalného stavu. Nejstarším a nejznámějším takovým motorem je parní stroj. V dnešní době se ve velkých elektrárnách používají parní turbíny a v malých zařízeních se začínají uplatňovat Stirlingovy motory [23].

3.2.2.1 Stirlingův motor

Robert Stirling, skotský duchovní, jehož vášní byly stroje, již v roce 1843 pro jistou slévárnu zkonstruoval motor o výkonu 34 kW se spotřebou pouhých 30 % paliva ve srovnání se spotřebou parního stroje o stejném výkonu. Stirlingův motor využívá horké spaliny kotle. Pracovní plyn (např. dusík) uzavřený v prostoru se zahřátím rozpíná, tlačí na píst a vyvolává přes klikovou hřídel otáčivý pohyb – viz Přílohy obrázek č. 8. Prostřednictvím generátoru je

tímto pohybem získáván elektrický proud. V zásadě jde o přeměnu tepelné energie na kinetickou a této kinetické energie na energii elektrickou. V následujícím století došlo k prudkému rozvoji benzínových a naftových motorů, surová ropa byla kolem roku 1900 levná, a tak Stirlingův motor upadl v zapomnění.

Chceme-li spojit Stirlingův motor s kotlem pro spalování kusového dřeva, musíme zajistit kontinuální přísun paliva, protože výroba tepla podstatně kolísá podle plnění a vyhoření kotle. Lze to vyřešit pomocí regulace, která řídí přívod spalovacího vzduchu prostřednictvím vysokoteplotního senzoru s lambda-sondou tak, aby spalovací proces probíhal kontinuálně. Pouze tehdy lze společně provozovat i Stirlingův motor. Od léta 2008 je v limitovaném množství dodáván Hoval Agrolyt s výkonem 1 kW, kotel na spalování kusového dřeva se Stirlingovým motorem. Hoval tuto verzi malé kogenerační jednotky vyvíjel a testoval v trvalém provozu po několik let. Protože se pohyblivé díly Stirlingova motoru opotřebovávaly, technici kladli při trvalém provozu velký důraz na to, aby obě zařízení vykazovala stejnou životnost a celá sestava bezproblémově fungovala po dlouhá léta. Druhý prototyp po 1 300 hodinách provozu a dlouhodobému zatížení nejevil žádné známky opotřebení. Při předpokládané životnosti robustního Stirlingova motoru jde o velké plus z hlediska hospodárnosti. Stirlingův motor by v současné době měl být posuzován spíše z hlediska ekologického než ekonomického. Konkrétně definovaným a zamýšleným cílem vývojového oddělení firmy Hoval je výkon kolem 3 kW, při němž se dá počítat s návratností investice během 7 až 8 let [9].

3.2.2.2 Kogenerace

Kogenerace v obecném slova smyslu znamená kombinované využití elektrické energie a tepla. Oproti klasickým elektrárnám, kogenerační zařízení využívají odpadní teplo k ohřevu vody, která se poté používá jako médium při vytápění přilehlých i vzdálených objektů. Nejčastější aplikací kogeneračních jednotek jsou potom městské a průmyslové teplárny, spalovny komunálních odpadů, bioplynové stanice, ale i nemocnice a hotely. Technologická zařízení určená pro kogeneraci se v závislosti na požadovaném výkonu, účelnosti zařízení, investičních možnostech zadavatele a dalších podmínkách, vybavují parními turbínami, spalovacími turbínami nebo spalovacími motory. Tepelná energie, jež se dá dále využít pro vytápění budov nebo procesních zařízení (např. reaktor u bioplynových stanic), se tvoří za pomoci výměníků. Základní výměník u kogeneračních jednotek na bázi spalovacích motorů je především výměník motorového okruhu a spalinový výměník. V případě spalinového

výměníku můžeme použít výměník trubkový, přičemž spaliny proudí uvnitř trubek a předávají tak svou tepelnou energii otopné vodě. Elektrická energie se získává přeměnou mechanické energie a to za pomoci elektromagnetické indukce v elektrickém generátoru [44].

Nejjednodušším způsobem, jak využít biomasu pro výrobu elektřiny, je spalovat ji společně s uhlím v klasických elektrárnách. Pro moderní kotle používané v elektrárnách to nepředstavuje žádný zásadní problém. Hlavní výhodou tohoto řešení je, že lze využít stávající zařízení a že takto vyrobená elektřina je vykupována za trochu vyšší cenu než elektřina vyrobená jen z uhlí [23].

Kotle s fluidními topeništi se jeví, vzhledem ke své konstrukci spoluspalování biomasy a možnostem, jako optimální řešení. Spoluspalování biomasy v kotlích Elektrárny Kladno je ukázkovým příkladem. Areál bývalé závodní teplárny POLDI SONP byl razantně přestavěn v plnohodnotný energetický zdroj v letech 1997 až 2000. V současné době výroba zahrnuje čtyři výrobní bloky o celkovém tepelném výkonu cca 900 MW_t a elektrickém 370 MW_e. Hlavní výrobní kapacitu představují dva identické bloky, každý o plném kondenzačním výkonu cca 135,3 MW_e, osazené atmosférickými cirkulačními fluidními kotli konstrukce ABB Combustion Engineering Fextech s parametry přehřáté páry na rychlouzávěru turbín rovnými tlaku cca 12,5 MPa a teplotě cca 538 °C. Kotle byly navrženy pro spalování černého a hnědého uhlí coby základního paliva a extra lehkého topného oleje určeného pro najíždění a stabilizaci spalovacího procesu.

Počátkem roku 2009 bylo ve fluidních kotlích dvou hlavních výrobních bloků Elektrárny Kladno zahájeno spoluspalování biomasy ve formě dřevní štěpky spolu s hnědým uhlím. Biomasa tak nahrazuje část primární energie doposud získávané pouze z fosilního paliva (hnědého uhlí). Díky tomu, že se v průběhu roku stal proces spalování více rutinním a vztahy s dodavateli se stabilizovaly, množství spalované štěpky postupně narůstalo. Tento trend pokračoval i v roce 2009. K 31. červenci 2009 tak bylo v kotlích spolu s hnědým uhlím spáleno celkem 51 073 tun štěpky a vyrobeno přibližně 46,9 GWh „zelené“ elektřiny. Toto množství představuje průměrnou roční spotřebu přibližně 16 000 běžných domácností. Použitá štěpka nahradila přibližně 28 500 tun hnědého uhlí, což reprezentuje přibližně 29 těžkých uhelných vlaků po 20 vagónech. Nezanedbatelná je i úspora ve spotřebě sorbentu (vápence) užitého pro odsiřování a množství popelovin, které je nutno odvézt k přepracování a uložení (úspora činí přibližně 4 500 tun). Vzhledem k tomu, že oba bloky pracují i v částečném kogeneračním režimu, bylo také z biomasy vyrobeno cca 20 000 GJ tepla pro

teplárenské účely. Hlavním přínosem je ovšem úspora fosilního oxidu uhličitého, který díky náhradě uhlí biomasou nebyl vypuštěn do atmosféry, což činí za uvedené období asi 29 000 tun. Zkoušky a následný provoz v Elektrárně Kladno prokázal, že fluidní kotle jsou vhodnou technologií a dále, že za určitých podmínek není nutno při zahájení spalování provádět zásadní zásahy do stávajících zařízení. Jistým přínosem pro okolní region je samozřejmě i nepřímá podpora zaměstnanosti pracovníků zajišťujících shromažďování, úpravu a dopravu biomasy do elektrárny [13].

3.2.3 Legislativní podmínky

Legislativní prostředí je pro každou zemi specifické. Každý stát by se měl snažit vytvořit obecně snadno pochopitelné a hlavně účinné legislativní podmínky pro danou oblast. Může k tomu použít různé nástroje.

3.2.3.1 Daňová diferenciac

Majitelé budov s ekologickým systémem vytápění (vytápění obnovitelnými energiemi: solární, větrnou, geotermální, biomasou), má provozovatel ze zákona nárok na zrušení daně ze staveb podle zákona 338/92 Sb., o dani z nemovitosti, § 9 písmeno r, na dobu pěti let.

V případě majitelů zařízení určených výhradně k účelu zlepšení stavu životního prostředí jsou podle již citovaného zákona osvobozeny od daně z pozemků (písmeno h) a od daně ze staveb (písmeno m) na základě vyhlášky 12/93 Sb. písmeno h až l [14].

3.2.3.2 Environmentální poplatky

Využívání obnovitelných zdrojů energie podporují též environmentální poplatky. Důvodem je to, že tyto poplatky zatěžují klasická paliva a energii z nich získanou a na obnovitelné zdroje energie se nevztahují. Významné jsou v tomto směru poplatky za znečištění životního prostředí i poplatky za využívání přírodních zdrojů.

Poplatky za znečištění ovzduší jsou zavedeny zákonem č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší. Každý je povinen omezovat a předcházet znečištění ovzduší a snižovat množství jím vypouštěných znečišťujících látek stanovených podle tohoto zákona a prováděcích právních předpisů.

Sazby poplatků za znečišťující látky produkované zvláště velkými, velkými a středními stacionárními zdroji jsou uvedeny v tabulace č. 12.

Tabulka č. 12 Zpoplatnění hlavních znečišťujících látek

Znečišťující látka	Sazba [kč.t ⁻¹]
Tuhé znečišťující látky	3 000
Oxid siřičitý	1 000
Oxidy dusíku	800
Těkavé organické látky	2 000
Těžké kovy a jejich sloučeniny	20 000
Oxid uhelnatý	600
Amoniak	1 000
Methan	1 000
Polycyklické aromatické uhlovodíky	20 000

Zdroj: Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší

U malých spalovacích zdrojů používajících jako palivo koks, dřevo, biomasu, plynná paliva dostupná ve veřejných rozvodných a distribučních sítích, nebo topný olej s obsahem síry do 0,1 % není sazba poplatku stanovena a nevztahuje se na ně oznamovací povinnost podle § 19 odst. 16 [49].

3.2.3.3 Výkupní ceny a zelené bonusy

Zelený bonus je příplatek k tržní ceně elektřiny, který může získat výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů. Systém zelených bonusů je zakotven v zákoně č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů. V případě, že si výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů zvolí režim podpory výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů ve formě zelených bonusů a prodá vlastní elektřinu za tržní cenu jakémukoliv konečnému zákazníkovi či obchodníkovi s elektřinou, má právo inkasovat od provozovatele regionální distribuční soustavy na základě předloženého výkazu zelené bonusy. Výše zeleného bonusu v Kč.MWh⁻¹ je pro každý druh obnovitelného zdroje každoročně upravována a zveřejněna v cenovém rozhodnutí Energetického regulačního úřadu – viz Přílohy tabulka č. 14.

V případě podpory výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů ve formě výkupních cen má provozovatel regionální distribuční soustavy nebo provozovatel přenosové soustavy povinnost od výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů vykoupit veškerý objem vyrobené elektřiny z daného zdroje. Při podpoře formou zelených bonusů si musí výrobce najít sám

svého odběratele elektrické energie. Výkupní ceny i zelené bonusy výrobci vždy hradí provozovatel regionální distribuční soustavy nebo provozovatel přenosové soustavy podle toho, ke které soustavě je připojen. Hlavní výhodou systému zelených bonusů je možnost výrobce přímo ovlivnit výši výnosů za vyrobenou elektřinu, a dosáhnout tak vyššího výnosu než v případě režimu výkupních cen. K tržní ceně elektřiny je výrobci vyplácen zelený bonus, který je pevně určen Energetickým regulačním úřadem – viz Přílohy tabulka č. 19. Nevýhodou systému zelených bonusů je určitá míra nejistoty, neboť výrobce nemá zaručen stoprocentní odbyt vyrobené elektřiny na trhu, jako tomu je v režimu výkupních cen. Výrobce si musí v režimu zelených bonusů aktivně hledat odběratele elektrické energie [5].

3.2.4 Mezinárodní úmluvy

Dohody mezi jednotlivými státy jsou v globálním měřítku velmi důležitou strategií v dosahování předem definovaných cílů a dodržování určitých, blíže specifikovaných, pravidel. Představeny budou tři nejznámější mezinárodní úmluvy, na které přistoupila i Česká republika.

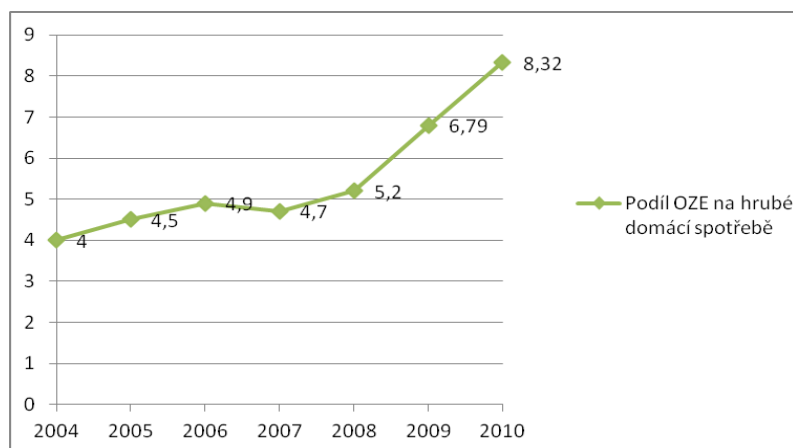
3.2.4.1 Bílá kniha Komise EU k obnovitelným zdrojům energie

Bílá kniha stanovuje strategii a plán činnosti Evropského společenství v oblasti využívání obnovitelných zdrojů energie. Hlavním smyslem Bílé knihy je vytyčit cíl v oblasti využívání obnovitelných zdrojů energie v EU. Cílem bylo dosáhnout v roce 2010 nejméně 12 procentního podílu OZE na hrubé domácí spotřebě primárních energetických zdrojů EU. Důvody po stanovení tohoto cíle jsou redukce emisí oxidu uhličitého, snížení závislosti na dovozu paliv, rozvoj domácího průmyslu a vytváření nových pracovních míst [14].

Po schválení Radou se z Bílé knihy může stát akční program Unie pro danou oblast. Bílá kniha má pro členské státy EU pouze doporučující povahu, je nezávazným dokumentem [6]. Česká republika se při podpisu Smlouvy o přistoupení k EU, která vstoupila v platnost dne 1. května 2004, dohodla na splnění národního indikativního cíle, kterým byl podíl výroby elektřiny z OZE na hrubé spotřebě elektřiny v roce 2010 ve výši 8 %. Tento cíl přejala státní energetická koncepce České republiky schválená v březnu 2004, kdy byl tento podíl ve výši čtyř procent. Indikativní cíl je součástí zákona č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů, kterým byla uvedená směrnice implementována do českého práva. Indikativní cíl podílu energie z obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě energie v ČR v roce 2010 ve výši 8 % byl splněn, jelikož jsme dle

Ministerstva průmyslu a obchodu (MPO) dosáhli podílu 8,32 %. Vývoj podílu OZE na hrubé domácí spotřebě elektřiny je znázorněn v následující tabulce č. 13 [22].

Tabulka č. 13 Vývoj podílu OZE na hrubé domácí spotřebě elektřiny v letech 2004-2010



Zdroj: MPO, 2011

V roce 2009 byla vydána nová směrnice EU 2009/28/EC o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES. Dle této směrnice jsou pro Českou republiku závazné pouze celkové cíle vztahované k roku 2020. Jedná se tedy o závazný cíl podílu energie z obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě energie v ČR ve výši 13 % v roce 2020. V České republice byl Národní akční plán pro energii z obnovitelných zdrojů schválen Usnesením vlády ČR č. 603 dne 25. srpna 2010. V rámci tohoto dokumentu si ČR stanovila cílovou hodnotu energie z OZE na hrubé konečné spotřebě energie v roce 2020 na 13,5 %, což je dokonce o 0,5 % více než původní požadavek [22].

3.2.4.2 Evropská energetická charta

Sladování české legislativy s právními normami EU, včetně energetické legislativy, probíhalo již od roku 1993. Podnikání v energetice upravuje především zákon č. 458 z 28. listopadu 2000 o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (tzv. energetický zákon). Tento zákon upravuje podmínky podnikání, výkon státní správy a regulaci v energetických odvětvích.

Základy platné legislativy EU se opírají o tzv. Energetickou chartu. Politické iniciativy, vedoucí k jejímu vytvoření, vznikly počátkem 90. let, kdy se stala aktuální potřeba dát základ pro rozvoj energetické spolupráce mezi státy evropského kontinentu. Později

získala na důležitosti Dohoda k Energetické chartě, která byla vypracována na bázi Evropské energetické charty z roku 1991. Zatímco Evropská energetická charta byla vytvořena jako vyhlášení politického záměru podporovat energetickou spolupráci mezi Východem a Západem, Dohoda k Energetické chartě je právně závazný mnohostranný dokument, jediný svého druhu, který řeší mezivládní spolupráci v energetickém sektoru. Dohoda k Energetické chartě a Protokol Energetické charty o energetických úsporách a souvisejících ekologických hlediscích byly přijaty 17. 12. 1994 v Lisabonu, ČR k nim oficiálně přistoupila 8. 6. 1995. Oba dokumenty vstoupily v platnost 16. 4. 1998.

Hlavním cílem Dohody k Energetické chartě je posílit právní rámec v energetických otázkách vytvořením prostoru pro uplatňování pravidel pro všechny zúčastněné státy. Dojde tak k minimalizaci rizik spojených s investováním a obchodem, které se vztahují k energetice. Ustanovené Dohody k Energetické chartě se zaměřují na pět oblastí. Patří sem:

- ochrana a podpora zahraničních energetických investic založená na rozšířeném národním zacházení nebo na zacházení s národem požívajícím nejvyšší výhody,
- volný obchod s energetickými materiály, produkty a zařízeními vztahujícími se k energetice, založený na World trade organisation,
- svoboda tranzitu energií dopravovaných potrubím a sítěmi,
- snižování vlivu energetického cyklu na životní prostředí zlepšováním energetické účinnosti,
- mechanismus pro řešení sporů mezi státy nebo mezi investorem a státem.

Spolupráci se Sekretariátem Energetické charty zajišťuje v ČR Ministerstvo průmyslu a obchodu, jehož experti rovněž zastupují stát na jednáních Konference charty a pracovních orgánů [1].

Celkově se v loňském roce vyrobilo 85 910,1 GWh (hrubá výroba elektřiny). Česká republika využívá k produkci elektřiny především uhlí. V roce 2010 se přímým spalováním uhlí vyrobilo 46 951 GWh elektřiny. V porovnání s rokem 2009 se (i přes snižující tendenci v předešlých letech) podíl uhlí opět zvýšil a stále dosahuje nadpoloviční objem celkové výroby elektřiny. Druhým nejvýznamnějším zdrojem je jaderná energie, ze které bylo vyrobeno 27 998,2 GWh elektřiny. Z OZE se vyrobilo 5903 GWh elektřiny a tím bylo dosaženo zvýšení podílu na hrubé výrobě elektřiny na 6,87 % [22].

3.2.4.3 Kjótský protokol

Roku 1997 byl na Třetí konferenci smluvních stran Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu v japonském městě Kjóto přijat protokol, který smluvním stranám stanovuje kvalitativní redukční cíle pro emise skleníkových plynů a naznačuje způsoby dosažení těchto cílů. Jedním z preferovaných opatření ke splnění stanovených cílů je i využívání obnovitelných zdrojů energie [14]. Průmyslové státy se v něm zavázaly individuálně nebo kolektivně snížit emise skleníkových plynů v letech 2008 až 2012 o 5,2 % oproti roku 1990. České republice, která Kjótský protokol ratifikovala, ukládá do prvního kontrolního období (2008 až 2012) redukovat celkové emise o 8 % v porovnání s úrovní roku 1990 [24].

Redukce se týkají emisí oxidu uhličitého (CO₂), metanu (CH₄), oxidu dusného (N₂O), hydrogenovaných fluorovodíku (HFCs), polyfluorovodíku (PFCs) a fluoridu sírového (SF₆), vyjádřených ve formě ekvivalentu CO₂ (tzv. uhlíkový ekvivalent) antropogenních emisí. Kromě emisí skleníkových plynů bere protokol v úvahu i jejich propady, tj. absorpci vyvolanou změnami ve využívání krajiny (zalesňování, péče o lesní porosty, resp. odlesňování) [27]. Pomocí snížit náklady na redukci emisí na mezinárodní úrovni mají tři nástroje (tzv. flexibilní mechanismy). Jsou to:

1) Mechanismus čistého rozvoje (CDM – Clean Development Mechanism)

Jedná se o projekty podpořené rozvinutými státy, realizované v rozvojových státech, snižující emise skleníkových plynů. Investoři mohou použít kredity získané z projektů ke zvýšení svých emisních kvót. Mezi způsoby využití mechanismu čistého rozvoje patří nejen přenos technologií, ale i podpora zakládání a obnovy lesních a přírodě blízkých ekosystémů, které přispějí ke zvýšení propadů CO₂. Využití tohoto mechanismu ČR není příliš aktuální, jelikož ČR má zatím dostatek emisních povolenek, a tak bude spíše figurovat jako „dodavatel“ těchto povolenek.

2) Projekty společné realizace (JI – Joint Implementation)

Obdoba CDM, ale mezi hostitelskou a investorskou zemí, které se počítají mezi rozvinuté státy, dochází k převodu emisních kvót, jež ovlivňují celkové redukční cíle. Hostitelské zemi jsou emisní kvóty sníženy, investorské naopak zvýšeny. V současnosti MŽP registruje 68 projektů JI, schválené projekty JI představují emisní redukci ve výši 884 156 tun CO₂ ekvivalentu ročně.

3) Mezinárodní emisní obchodování (IET – International Emissions Trading)

Tento mechanismus není, na rozdíl od předchozích dvou, vázán na konkrétní projekt. Závazek je definován v podobě jednotek AAU (Assigned Amount Unit), které budou na základě národních emisních inventur vypočteny. Budou-li emise státu vyšší, než je jeho přiděl jednotek AAU, má stát povinnost nutnou bilanci vyrovnat jejich nákupem od jiného subjektu, kterému „přebývají“. ČR z prostředků získaných v rámci tohoto mechanismu financovala program Zelená úsporám.

Pro splnění závazků vyplývajících z Kjótského protokolu vytvořila EU vlastní Evropský systém emisního obchodování (EU ETS – European Union Emissions Trading Scheme) na základě Směrnice 2003/87/ES. ČR jako člen EU transponovala Směrnici do zákona č. 695/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Pro každé období je vytvořen Národní alokační plán rozdělující povolenky mezi provozovatele zařízení. V ČR bylo v prvním období (2005–2007) rozděleno v průměru na rok 97,6 mil. povolenek a pro druhé (2008–2012) se rozdělilo 86,8 mil. povolenek ročně. Každému v Národním alokačním plánu vyjmenovanému podniku ze sektorů výroby oceli a železa, cementu a vápna, celulózy a papíru, sklokeramického, rafinérií a spalovacích zařízení je přiděleno stanovené množství povolenek. Pokud emise podniku překročí množství vlastněných povolenek, musí nakoupit povolenky od podniku, který je uspořil. Plnění závazků je kontrolováno.

V současné době probíhá na půdě OSN intenzivní mezinárodní vyjednávání o nové klimatické dohodě pro období po r. 2012, kdy vyprší první kontrolní období Kjótského protokolu. V souvislosti s tím se EU v rámci tzv. klimaticko-energetického balíčku zavázala ke snížení emisí skleníkových plynů do r. 2020 o 20 % oproti r. 1990. Tento cíl může být navýšen při splnění podmínky, že se ostatní vyspělé státy zapojí srovnatelným způsobem do úsilí snižování emisí skleníkových plynů a současně rozvojové státy adekvátně přispějí k tomuto úsilí podle svých odpovídajících možností. Součástí balíčku je revize systému EU ETS pro třetí obchodovací období (2013 až 2020), ve kterém budou do systému zahrnuta některá nová odvětví a skleníkové plyny. Celkové množství rozdělovaných povolenek v r. 2020 bude sníženo o 21 % oproti roku 2005, dojde k přechodu od konceptu národních alokačních plánů k celoevropskému a většina povolenek se bude prodávat v aukci. Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 406/2009/ES dále stanovuje jednotlivým členským státům cíle pro omezení emisí v odvětvích nezahrnutých do EU ETS. ČR může své emise z těchto sektorů do r. 2020 zvýšit maximálně o 9 % [24].

4 Vlastní pokus

Pokusná plantáž RRD byla založena u obce Vračkovice (49°36'45.251"N, 14°55'45.058"E) v květnu roku 2008. Tato vesnice se nachází nedaleko CHKO Blaník ve Středočeském kraji. K výsadbě byl použit nejrozšířenější klon topolu u nás *Populus nigra* x *Populus henri maxovicze*, který byl zakoupen na dobírku u společnosti Bioenergy Wood s.r.o., která si v té době naučtovala 1 090 Kč za 100 ks. Topoly byly dodány spolu s rostlinolékařským pasem - viz obrázek č. 9. v papírové krabici, kde byly obaleny sáčkem s vodou, aby měli při transportu zajištěnou dostatečnou vláhu.

Obrázek č. 9 Rostlinolékařský pas

<small>Bioenergy wood s.r.o., Jettichovická 739/2, Praha 9 - Prosek, 190 00, IČO:27960200, DIČ:CZ27960200, www.vlastnipalivo.cz</small>	
ES - ROSTLINOLÉKAŘSKÝ PAS SRS CZ	
ČÍSLO: 249
REGISTRAČNÍ ČÍSLO:	1270
VĚDECKÝ BOTANICKÝ NÁZEV:	POPULUS NIGRA X POPULUS HENRI MAXOVICZE
MNOŽSTVÍ: 100ks
ZP: <small>číslo Protecta - kód ochranné zóny</small>
RP: <small>řezací pasport - registrační číslo původního pěstitelů</small>	5253 VÚKOZ Průhonice
COC: <small>country of origin - kód země původu nebo vyvážející země</small>
Vydáno k faktuře číslo: 281
Vydáno dne: 06.10.08
Vydáno komu: M. HERGENELLOVA
Podpis a razítko vydávající osoby: [podpis]
<small>Bioenergy wood s.r.o. Jettichovická 739/2 Praha 9 - Prosek 190 00 IČ: 27960200 DIČ: CZ27960200 www.vlastnipalivo.cz</small>	
<small>Výsadba této dřeviny podléhá povolení Odboru životního prostředí</small>	

Zdroj: vlastní, 2008

Po odstranění víka byly řízky zkontrolovány a přemístěny do temného sklepa, kde se teplota pohybovala okolo -2 °C. Za tři dny byly vysázeny ve vzdálenosti jednoho metru ve 20 řadách po pěti kusech. Plocha určená k pěstování byla pastvina podmáčená vodními prameny. Z toho důvodu se zde musela vykopat odvodňovací strouha.

Budoucí plantáž se také nachází v těsné blízkosti potoka – viz obrázek č. 10, který slouží jako odvod odpadů z domácností, jelikož v této obci není zavedena čistička ani septiky.

Obrázek č. 10 Umístění plantáže



Zdroj: vlastní, 2010

Jelikož na plantáž svítí slunce po celý den a je zde dostatečná vláha, dařilo se zde v hojné míře plevelným rostlinám, které v některých měsících dokonce přerůstaly i novou výsadbu. Muselo se proto provádět vyžínání, které bylo vzhledem k tenkému kmínku topolů náročné. V říjnu 2009 byla nařízkována vlastní sadba. Ihned po odříznutí byla větvíčka zasazena do plastových kelímků a přemístěna do skleníku, kde přezimovala – viz obrázek č. 11. Všechny nové řízky se krásně ujaly, a proto mohly být v následujícím roce použity.

Obrázek č. 11 Nařízkovaná sadba



Zdroj: vlastní, 2009

Pro zajímavost úhrn ročních srážek byl ve zdejší oblasti v roce 2009 až 772 mm [11]. Pruty dosahovaly výšky kolem jednoho metru a v průměru kolem jednoho cm. Dvakrát ročně se muselo provést vyžínání kvůli plevelným rostlinám.

V dubnu 2010 byla nařízkovaná sadba použita k pokrytí škod, které byly způsobeny převážně zvěří z nedalekého lesa. Výška topolů činí v průměru dva a půl metru a průměr jsou necelé dva centimetry – viz obrázek č. 12.

Obrázek č. 12 Topoly v dubnu 2010



Zdroj: vlastní, 2010

V srpnu 2011 dosahují Japonské topoly osm metrů o průměru kmínku pět centimetrů – viz obrázek č. 13. Pruty jsou spíše vysoké a úzké, nejspíš vzhledem k velké hustotě sázení. Ukázalo se, že respektování doporučených vzdáleností je účelné.

Obrázek č. 13 Průměr Japonského topolu v srpnu 2011



Zdroj: vlastní, 2011

V březnu letošního roku bylo provedeno poslední měření, které ukázalo, že výška topolů činí 11 m a průměr kmínku 10 cm. Za celý pokus nebylo použito hnojení ani umělé zavlažování. Pokus dokázal, že při pěstování Japonských nejsou žádné zásadní problémy a také, že tato dřevina je celkem i přizpůsobivá vzhledem k horším vegetačním podmínkám. Přírůstky se pohybují spíše k dolní hranici tabulkových hodnot.

Pro větší přehlednost jsou údaje o výšce a průměru Japonských topolů v jednotlivých letech zobrazeny v tabulce č. 15.

Tabulka č. 15 Přírůstky topolů v letech 2009 až 2012

Ukazatel / Rok	2009	2010	2011	2012
Výška [m]	1	2,5	8	11
Průměr [cm]	1	2	5	10

Zdroj: vlastní, 2012

Z počátečních 100 ks topolů jsou v současné době na naší plantáži přibližně 3 m³ dřeva. Pokud by způsobem, který je zde uveden, a ve zdejších podmínkách, byl Japonských topolem osázený jeden hektar půdy při použití 10 000 ks řízků, mohlo by se letos počítat s výtěžností přibližně 300 m³ dřeva, což je v porovnání o 100 m³ méně, než je uváděno v odborné literatuře. Ale jelikož tato pokusná plantáž má ještě jeden rok do těžby a v literatuře se uvádí výtěžnost po pěti letech, rozdíl se určitě ještě sníží.

5 Ekonomické zhodnocení

Při rozhodování o založení plantáže RRD bude určitě hrát velkou roli možný dosažitelný zisk a ekonomická náročnost projektu. To závisí na řadě údajů, jako je výnos, náklady, tržní ceny, stejně tak jako smluvní závazky, možnost získání dotací apod. Před založením plantáže by měl být vytvořen jednoduchý obchodní plán, který by naznačoval potenciální výnosnost dle podmínek a okolností na trhu s biomasou [32].

5.1 Vstupní údaje pro ekonomické zhodnocení

Jak již bylo zmíněno, pěstováním rychle rostoucí dřeviny lze získat levné a zároveň ekologické palivo. Následné ekonomické zhodnocení bude vycházet z plochy o velikosti 1 hektaru za použití 8 000 kusů řízků Japonského topolu.

5.1.1 Investiční náklady

Hlavním a prvořadým úkolem pro zdárnou realizaci projektu je příprava pozemku. Pokud je pozemek zaplevelený, měli bychom použít některý z dostupných herbicidů. Nejčastěji se používají totální herbicidy značky Stomp či Roundap. Přibližné ceny spolu s aplikací jsou uvedeny v tabulce č. 16.

Tabulka č. 16 Porovnání cen totálních herbicidů Stomp 400 SC a Roundup Biaktiv

Název	Cena [Kč]	Aplikace	Účinná látka
Roundap Biaktiv 1 L	326	3 až 6 l v max. 200 l vody na 1 ha	Glyphosate - IPA 480g/l
Stomp 400 SC 1 L	450	2,5 až 5 l v max. 400 až 600 l vody/ha	Pendimethalin 400 g / l

Zdroj: vlastní, dle údajů od výrobců

Při osázení plochy jednoho hektaru, koupě sadbového materiálu vyžaduje jednorázovou investici 20 000 Kč za 8 000 ks řízků při průměrné ceně 2,50 Kč za jeden kus (cena řízků se pohybuje v různých relacích v závislosti na kvalitě a na odebíraném množství). Za 30 let lze provést sklizeň šestkrát (po pěti letech) při vytěžení kolem 400 m³ dřeviny z jednoho ha půdy a dále se může dřevina namnožit a původní plantáž obnovit. Za celých 30 let lze počítat za hlavní investici počátečních 20 000 Kč za koupi řízků na sadbu [46]. Při sjednání výsadby u soukromé společnosti, si za výsadbu jednoho stromku účtují tři až pět korun (bez DPH).

Dalším investičním nákladem se může stát půda. Ne každý založí plantáž RRD kvůli využití přebytečné půdy. Nejčastěji se pro pěstování využívá lesní a zemědělská půda. Vodítkem pro určení tržní ceny za zemědělské pozemky je cena dle BPEJ (Bonitovaná půdně ekologická jednotka), která naznačuje kvalitu pozemků. Skutečná cena ale může být nižší nebo naopak několikanásobně vyšší, což platí i u pozemků, které jsou dlouhodobě určené pouze pro zemědělské účely. Cena na trhu se nejčastěji pohybuje v rozmezí od sedmi do patnácti Kč.m⁻² zemědělské půdy.

5.1.2 Provozní náklady

Provozní náklady zahrnují pravidelné ošetřování stromků a vyžínání, které je potřeba dvakrát ročně, zejména v prvních dvou letech po výsadbě, kdy hrozí nebezpečí, že plevelné rostliny přerostou výsadbu. Pokud bychom si na vyžínání najali opět nějakou společnost, musíme počítat s dalšími náklady 5 000 až 7 000 Kč bez DPH za jeden hektar. Při optimálních podmínkách jsou provozní náklady vcelku zanedbatelné.

5.1.3 Životnost

Plantáž Japonských topolů má při tříletém i pětiletém obmýtním cyklu životnost maximálně 30 let. Po uplynutí této doby je dobré plantáž vykácet a založit novou, přičemž se už v nákladových položkách neobjeví částka za nákup půdy. Je možné ale i nařízkování vlastní sadby a ušetřit tak za nákup nových řízků.

5.1.4 Výnos a návratnost investice

Na začátku projektu je třeba si rozmyslet, zda budou Japonské topoly pěstovány na dřevo nebo na dřevní štěpku. Při výběru dřevní štěpky je třeba zvolit tříletý obmýtní cyklus. Při průměrném výnosu dřevní hmoty z jednoho hektaru plantáže osázené japonským topolem lze získat za tři roky 60 tun hmoty.

$$1 \text{ strom} = 7 \text{ až } 8 \text{ kg}, 8\,000 \text{ ks.ha}^{-1}, 7,5 \text{ kg} \times 8\,000 \text{ ks} = 60\,000 \text{ kg}$$

V současné době teplárny vykupují tunu štěpky za 1 400 až 1 800 Kč, což v praxi znamená, že při tříletém obmýtním cyklu lze získat z 60 tun štěpky výnos až 108 000 Kč. Ale nesmíme zapomenout na náklady, které jsou s pěstováním RRD spojené. Jedna z možných kalkulací je uvedena v tabulce č. 17. Je zde zřejmé, že při uvedených nákladech se po první sklizni se bude plantáž pohybovat ve ztrátě, jelikož je zde v nákladech zahrnuta i počáteční

koupě vlastního pozemku. Návratnost investice bude až při druhé sklizni, což v praxi znamená za 6 let.

Tabulka č. 17 Kalkulace plantáže – dřevní štěpka

Položky / Roky		1	2	3
Základní údaje	Plocha [ha]	1		
	Počet řízků [ks]	8 000		
Investiční náklady	Koupě zemědělského pozemku [Kč]	110 000	-	-
	Sadbový materiál [Kč]	20 000	-	-
	Příprava pozemku [Kč]	6 500	-	-
	Výsadba [Kč]	8 000	-	-
Provozní náklady	Vyžínání [Kč]	12 000	12 000	-
	Těžba [Kč]	-	-	4 000
Dotace	SAPS [Kč]	4 687	4 687	4 687
Výnos	Dřevní štěpka [t]	-	-	60
	Prodej dřevní štěpky [Kč]	-	-	96 000
Zisk / ztráta		-151 813	-159 126	-62 439

Zdroj: vlastní

Při volby pěstování Japonského topolu na palivové dříví je třeba zvolit pětiletý obmýtní cyklus. Jedna z možných kalkulací je uvedena ve spodní tabulce č. 18. Z přímých výpočtů kubatury dřevní hmoty lze teoreticky na průměrné lokalitě z jednoho hektaru plantáže japonského topolu po pěti letech získat při počtu 8 000 ks.ha⁻¹ až 570 m³ dřeva (1 m³ dřeva = přibližně 14 stromů), což je ideální stav.

Tabulka č. 18 Kalkulace plantáže – palivové dříví

Položky / Roky		1	2	3	4	5
Základní údaje	Plocha [ha]	1				
	Počet řízků [ks]	8 000				
Investiční náklady	Koupě zemědělského pozemku [Kč]	110 000	-	-	-	-
	Sadbový materiál [Kč]	20 000	-	-	-	-
	Příprava pozemku [Kč]	6 500	-	-	-	-
	Výsadba [Kč]	8 000	-	-	-	-
Provozní náklady	Vyžínání [Kč]	12 000	12 000	-	-	-
	Těžba [Kč]	-	-	-	-	8 000
Dotace	SAPS [Kč]	4 687	4 687	4 687	4 687	4 687
Výnos	Dřevo [m ³]	-	-	-	-	400
	Prodej dřeva [Kč]	-	-	-	-	320 000
Zisk / ztráta		-151 813	-159 126	-154 439	-149 752	166 935

Zdroj: vlastní

V praxi to pak znamená, že reálně lze vytěžit přibližně 360 až 420 m³ dřeva [11]. Nákup mixu palivového dříví vyjde v dnešním roce v průměru na 800 Kč za 1 m³, takže lze z jednoho hektaru získat 166 935 Kč. Další roky nám odpadnou investiční náklady, které představují největší zátěž. Návratnost investice je ihned po první sklizni, a to ať už se rozhodneme pro tříletý nebo pětiletý obmýtní cyklus. Dalo by se obecně říci, že na založení plantáže RRD nelze prodělat.

5.1.4 Způsob financování

Pokud nebudeme vlastnit své finanční prostředky, je zde možnost požádat o investiční úvěr s podporou fondů EU. Při podnikatelském úvěru na 7 let na částku 250 000 Kč, budou měsíční splátky činit 4 202 Kč. Tento úvěr nám pokryje investiční a provozní náklady na jeden hektar na 5 let. Například GE Money Bank má i speciální sektorovou nabídku pro zemědělce a na ekologickou energii. Při pěstování rychle rostoucích dřevin je důležité mít finance hlavně na založení plantáže. Například v roce 2006 byla poskytována podpora ze strany státu částkou 60 000 Kč na jeden hektar. Jenže při využití této podpory musela být půda vyňata na 15 let ze ZPF, což sebou neslo ztrátu dotací na zemědělskou půdu, takže tato podpora byla využívána pouze zřídka.

V letošním roce je poskytována pouze jedna jediná dotace na pěstování Japonských topolů. Při založení plantáže o minimální rozloze 1 ha a splnění určitých podmínek, lze zažádat o dotaci SAPS (viz kap. 3.1.6.1), která v roce 2011 činila 4 686,50 Kč na jeden hektar zemědělské půdy [7].

Závěrem by se dalo říci, že konkrétně pěstování Japonských topolů je spojeno s velkými investičními náklady, které se nám vrátí přibližně za 5 let.

5.2 Náklady spojené s jednotlivými druhy energie

Na vytápění menšího rodinného domu je potřeba pěstovat RRD na rozloze přibližně 0,5 ha, tedy přibližně 4 000 ks, s možností několikanásobné sklizně v období 30 let. Na této ploše jsme schopni vytěžit 30 tun dřevní štěpky. Uvádí se, že při použití kotle na štěpku o průměrné účinnosti 80 %, je na vytopení rodinného domu, kde je roční spotřeba tepla 65 GJ (18,1 MWh), zapotřebí počítat s 6,5 tunami dřevní štěpky (o výhřevnosti přibližně 12,5 MJ.kg⁻¹). Námi vytěžených 30 tun tedy opravdu postačí na 3 roky, než bude provedena další těžba. Cena tepla bude ve výši 200 Kč.GJ⁻¹ (0,72 Kč.kWh⁻¹). Porovnání ceny tepla u jednotlivých druhů energií je uvedeno v tabulce č. 19.

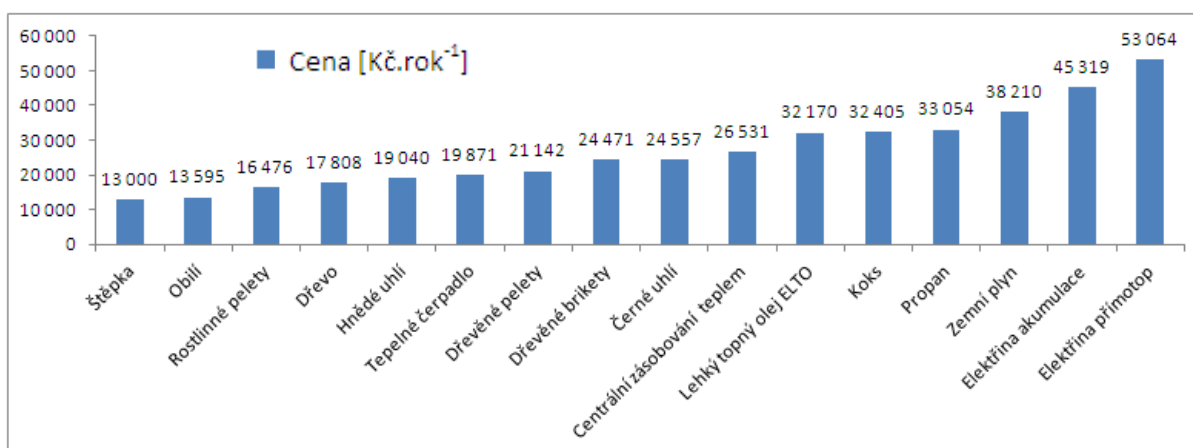
Tabulka č. 19 Ceny tepla duben 2011

Druh paliva	Ceny paliva		Výhřevnost (spalné teplo) [MJ.kg ⁻¹ (MJ.m ⁻³)]	Cena tepla	
	Částka	Jednotky		Kč.GJ ⁻¹	Kč.kWh ⁻¹
Štěpka	2,0	Kč.kg ⁻¹	12,5	200	0,72
Dřevo	3,0	Kč.kg ⁻¹	14,6	274	0,99
Hnědé uhlí	2,9	Kč.kg ⁻¹	18,0	293	1,05
Černé uhlí	4,8	Kč.kg ⁻¹	23,1	378	1,36
Zemní plyn	1,54	Kč.kWh ⁻¹	37,8	588	2,12

Zdroj: vlastní, dle údajů z TZB-info

Například při roční spotřebě 65 GJ zaplatí domácnost za koks (při použití klasického kotle na koks s 62 % účinností) 32 405 Kč a za zemní plyn zaplatí 38 210 Kč (při použití běžného kotle s 89 % účinností). Dřevní pelety a brikety jsou výrazně levnější. Údaje o ročních nákladech při různých druzích energie jsou uvedeny na obrázku č. 14 [45].

Obrázek č. 14 Ceny jednotlivých druhů energií na vytápění v roce 2011 (běžná zařízení)



Zdroj: vlastní, dle údajů z TZB-info

Pro zajímavost, kdybychom využili nejmodernější zařízení na vytápění, které se na našem trhu nachází, snížili by se propady v cenách za spotřebovanou energii v řádově několika tisíc korun. Například spotřeba černého uhlí při použití automatického kotle s 80 % účinností klesne o 7 588 Kč a velmi se přiblíží nákladům za dřevo.

Při výběru paliva by pro nás ale nejdůležitějším rozhodovacím faktorem, měl být vliv na životní prostředí a začít se distancovat zejména od spalování fosilních paliv.

6 Závěr

V České republice v současné době činí výměra plantáží RRD na zemědělských půdách přibližně 772 hektarů, což je opravdu zanedbatelné množství oproti celkovým 718 tis. hektarů nevyužité zemědělské půdy. RRD se dají během 30 let sklídit několikrát, a to díky vysoké výmladnosti. Několik let jsou na našem trhu k dostání i ověřené klony topolů a vrb, které v našich klimatických podmínkách mají schopnost vyprodukovat dostatečné množství dřevní biomasy. Pokusná plantáž u Vračkovic je důkazem, že konkrétně Japonský topol (*Populus nigra* x *Populus henri maxovicze*) má velké roční přírůstky a je tedy reálné z plantáže o velikosti jednoho hektaru získat klidně až 400 m³ dřeva za 5 let. Dále se potvrdilo, že v našich podmínkách a při výběru vhodného stanoviště, tato dřevina nepotřebuje žádnou větší péči. Dva nejdůležitější faktory, jako je půda a ověřené klony RRD, tedy překážkou pro založení plantáže určitě v naší zemi nejsou.

Pěstování těchto dřevin zajišťuje levné a ekologické palivo, které je možné spalovat pro výrobu tepla, elektřiny či obojího najednou. Některé teplárny a elektrárny nahrazují například uhlí, ve svých stávajících kotlích, právě dřevní štěpkou. Je to kvůli zvýhodnění biomasy, jakožto obnovitelného zdroje energie, oproti fosilním palivům. Motivací jsou výkupní ceny a zelené bonusy, které stanovuje ERÚ. Dalším způsobem nahrazování uhlí je spalování slámy, což zbytečně ochuzuje půdu o organické hnojivo, které sama vyprodukovala. Dřevní štěpka je určitě lepší a přirozenější variantou.

Česká republika patří mezi země, které se zavázali plnit nařízení EU o výrobě, spotřebě obnovitelných zdrojů a snižování skleníkových plynů. Například cíl o podílu energie z obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě energie v roce 2010 ve výši 8 % byl splněn, jelikož jsme dosáhli hodnoty 8,32 %.

Na trhu je k dostání i mnoho provedení různých spalovacích zařízení pro domácnosti či firmy a obecně i v dostupných cenových relacích. Ale výhřevnost dřevních paliv je menší než například u černého uhlí, od kterého by podle některých měli domácnosti upustit kvůli jeho negativním dopadům na životní prostředí. Nejvíce škodlivých emisí produkují právě domácnosti. Bohužel tu pro ně není žádná motivace ze strany státu, aby hledaly jiná a hlavně ekologická paliva. Tak proč netopit dále pohodlně uhlím v kotli, který vlastní domácnost již po několik generací, i když to není zrovna nejšetrnější k životnímu prostředí. Dříve byla poskytována alespoň dotace na nákup nových ekologických kotlů, které splňovaly určité podmínky.

Je i velmi zajímavé, že ve většině případů se uvádí, jak je uhlí nešetrné k životnímu prostředí, ale nikdo se už nezabývá těžbou uranu. Za celé vypracování této práce se nikde neobjevilo, že například používání jaderné energie je něčím špatným. Ale tato energie podporuje těžbu uranu, která má také nedozírné následky na krajinu, kde se těžba provádí. A velkým problémem stále zůstává ukládání vyhořelého jaderného paliva. Dále se uvádí, že spalováním dřeva vzniká velké množství popela, ale určitě je mnohem jednodušší řešit otázku, co si počít s popelem, který se dá použít na poli jako hnojivo, než kam uložit vyhořelé jaderné palivo. Někdy to vypadá tak, že lidé vymýšlejí složitosti a jdou s vývojem dopředu, aby se mohli zase jednou vrátit na začátek.

Jak ukazuje provedené ekonomické zhodnocení, při provozování plantáže Japonského topolu jsou nejvyššími náklady, náklady investiční. Dříve byla poskytována dotace při založení plantáže ve výši 60 000 Kč na hektar půdy osázené RRD, ta byla ale zrušena. V současné době je na podporu pěstování těchto dřevin vyplácena za splnění daných podmínek pouze jediná dotace, a tou je SAPS. V roce 2011 činila 4 686,50 Kč na jeden hektar zemědělské půdy. Což je v porovnání s velkými investičními náklady opravdu nedostačující záplatou. Ze strany našeho státu je tedy podpora pro pěstování RRD velmi nedostačující, proto se tolik mezi lidmi nerozšířilo. Dalším krokem by mělo být znovuzavedení dotace na založení plantáže, aby se tato problematika stala zajímavou a lukrativní příležitostí pro „zelené“ podnikání.

7 Literatura

- [1] Actum. *EU a energetika* [online]. 2011-07-11 [cit. 2012-03-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.energetika-eu.cz/eu-legislativa-energetika.htm>>.
- [2] Celjak, I. – Boháč, J. *Využití biomasy rychle rostoucích dřevin v energetice sídel*. Biom.cz [online]. 2008-12-01 [cit. 2011-12-29]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-biomasy-rychle-rostoucich-drevin-v-energetice-sidel>>. ISSN: 1801-2655.
- [3] ČSN EN 14 961 - Tuhá biopaliva [online]. 2010-2012 [cit. 2012-02-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/t.py>>. ISSN 1801-4399.
- [4] Dřevošrot. *Specifikace vlastností dřevní štěpky* [online]. 2011 [cit. 2012-02-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.drevosrot.cz/soubor-drevni-stepka-citace-z-normy-csn-en-14961-1-3-.pdf>>.
- [5] ERÚ. *Často kladené dotazy* [online]. c2012 [cit. 2012-02-29]. Dostupné z WWW: <http://www.eru.cz/dia-sread_article.php?articleId=683&highlight=zelen%C3%BD%20bonus>.
- [6] Euroskop. *Dokumenty EU – Bílé knihy* [online]. c2005-2012 [cit. 2011-12-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.euroskop.cz/200/322/clanek/bile-knihy/>>.
- [7] Farkáč, T. *Zpravodajství SAPS* [online]. 2011-11-30 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z WWW: <http://www.szif.cz/irj/portal/anonymous/CmDocument?rid=%2Fapa_anon%2Fcs%2Fzpravy%2Fsaps%2F03%2F1322651771878.pdf>.
- [8] Farkáč, T. *Zpravodajství Top-Up* [online]. 2011-11-30 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z WWW: <http://www.szif.cz/irj/portal/anonymous/CmDocument?rid=%2Fapa_anon%2Fcs%2Fzpravy%2Fsaps%2F03%2F1322651778550.pdf>.
- [9] Hegele, D. Stirlingův motor a biomasa – přesvědčivá kombinace. In *Sborník příspěvků z konference Biomasa & Energetika 2009*. Praha: CZ Biom, 2009. s. 69
- [10] Hovorka, A. *Abeceda pěstitele Japonských topolů, část první*. Alternativní energie, 2011, roč. 14, č. 2, s. 4-5.

- [11] Janáčková, S. *Porosty rychle rostoucích dřevin pěstované v minirotaci*. Praha, 2010. 40 s. Bakalářská práce na Technické fakultě České zemědělské univerzity v Praze na katedře elektrotechniky a automatizace. Vedoucí diplomové práce Ing. Monika Křečková, Ph.D.
- [12] Japonské topoly Jižní Čechy. *Chcete se stát úspěšnými pěstiteli Japonských topolů?* [online]. c2012 [cit. 2012-02-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.topolyjc.cz/>>.
- [13] Karafiát, P. *Spoluspalování biomasy v kotlích Elektrárny Kladno*. Biom.cz [online]. 2010-04-07 [cit. 2012-02-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/spoluspalovani-biomasy-v-kotlich-elektrarny-kladno>>. ISSN: 1801-2655.
- [14] Kloz, M. *Legislativní podmínky pro využívání obnovitelných zdrojů energie*. In *Obnovitelné zdroje energie*. Druhé, upravené a doplněné vydání. Praha: FCC PUBLIC, 2001. Kapitola 12, s. 172-196. ISBN 80-901985-8-9.
- [15] *Kotel na biomasu* [online]. c2008, [cit. 2011-12-27]. Dostupné z <<http://www.nazeleno.cz/kotel-na-biomasu.dic>>. ISSN 1803-4160.
- [16] Kratochvílová, Z. et al. Ujímavost řízků rychle rostoucích dřevin v závislosti na druhu hnojení. In *Sborník příspěvků z konference Biomasa & Energetika 2009*. Praha: CZ Biom, 2009. s. 54-56.
- [17] Kraus, J. a kol. *Nový akademický slovník cizích slov*. 1. vyd. Praha: Academia, 2006. 879 s. ISBN 80-200-1415-2.
- [18] Libra, M. – Poulek, V. *Zdroje a využití energie*. 1. vyd. ČZU v Praze, 2007. 141 s. ISBN 978-80-213-1647-8.
- [19] Malat'ák, J. – Vaculík, P. *Biomasa pro výrobu energie*. Praha: ČZU v Praze. Technická fakulta. Katedra technologických zařízení staveb, 2008. 206 s. ISBN 978-80-213-1810-6.
- [20] Miroslav D. *Biomasa opět zdražuje: Za topení peletami si připlatíme 2 000 Kč* [online]. 2009-11-16 [cit. 2012-03-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.nazeleno.cz/vytapeni/biomasa/biomasa-opet-zdrazuje-za-topeni-peletami-si-priplatime-2-000-kc.aspx>>.
- [21] Miškovský, J. *Projekt pěstování biomasy v podniku Lesy České republiky*. Biom.cz [online]. 2009-04-06 [cit. 2011-12-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/projekt-pestovani-biomasy-v-podniku-esy-ceske-repubiky>>. ISSN: 1801-2655.

- [22] MPO. *Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z OZE za rok 2010* [online]. 2011-010-01 [cit. 2012-03-31]. Dostupné z WWW: <<http://www.mpo.cz/dokument92086.html>>.
- [23] Murtinger, K., Beranovský, J. *Energie z biomasy*. 1. vyd. BRNO: Computer Press, EkoWATT, 2011. 106 s. ISBN 978-80-251-2916-6.
- [24] MZe, ČSÚ, CENIA. *Statistická ročenka životní prostředí České republiky 2010* [online]. 2010 [2012-03-01]. Dostupné z WWW: <[http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/CENMSFVH9QDN/\\$FILE/final_pdf_10.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/CENMSFVH9QDN/$FILE/final_pdf_10.pdf)>.
- [25] MZe. *Struktura dotačních zdrojů* [online]. c2009-2011 [cit. 2012-03-01]. Dostupný z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/>>.
- [26] MŽP. *Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu* [online]. c2008-2012 [cit. 2012-03-01]. Dostupný z WWW: <http://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol>.
- [27] *Od nejjednoduššího řešení k maximální úspoře* [online]. c2010-2012 [cit. 2012-02-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.regulus.cz/cz/akumulacni-nadrze-s-ohreem-vody>>.
- [28] Orel, V. Obnovitelné zdroje energie a podstata jejich využívání. In *Obnovitelné zdroje energie*. Druhé, upravené a doplněné vydání. Praha: FCC PUBLIC, 2001. Kapitola 2, s. 20-37. ISBN 80-901985-8-9.
- [29] Pastorek, Z. - Kára, J. - Jevič, P. *Biomasa: obnovitelný zdroj energie*. Praha: FCC Public, 2004. 286 s. ISBN 80-86534-06-5.
- [30] Pastorek, Z. Využití biomasy k energetickým účelům. In *Obnovitelné zdroje energie*. Druhé, upravené a doplněné vydání. Praha: FCC PUBLIC, 2001. Kapitola 10, s. 139-161. ISBN 80-901985-8-9.
- [31] Pawlica, P. *Co mají společného bioplynové stanice a peletky?* Odborný časopis a informační zpravodaj Českého sdružení pro biomasu. 3/2007. s. 8. ISSN 1801-2655.
- [32] Informační leták. *Rekuperace a větrání - ELAIR 2.5 A/C-V*. Přelouč: Elmet. 2 s.
- [33] Shestivská, V. et al. Fytoremediační potenciál transgenních rostlin tabáku exprimujících metalothionein. In *XIII. Setkání biochemiků a molekulárních biologů*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2009. s. 77. ISBN 978-80-210-4830-0.

- [34] Stupavský V. et al. *Rychle rostoucí dřeviny. Metodika bezpečné aplikace odpadních vod a kalů pro zvýšení efektivnosti produkce dřevní biomasy na plantážích rychle rostoucích dřevin*. CZ Biom, 2008. 156 s.
- [35] Stupavský, V. – Holý, T. *Brikety z biomasy - dřevěné, rostlinné, směsné brikety*. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2011-12-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/brikety-z-biomasy-drevene-rostlinne-smesne-brikety>>. ISSN: 1801-2655.
- [36] Stupavský, V. - Holý, T. *Dřevní štěpka - zelená, hnědá, bílá*. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2012-02-18]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-stepka-zelena-hneda-bila>>. ISSN: 1801-2655.
- [37] Stupavský, V. *Peletové vytápěcí soustavy pro rodinné domy v Čechách a v zahraničí*. Odborný časopis a informační zpravodaj Českého sdružení pro biomasu. 2/2009. s. 4. ISSN 1801-2655.
- [38] Stupavský, V. *Pelety z biomasy - dřevěné, rostlinné, kůrové pelety*. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2011-12-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pelety-z-biomasy-drevene-rostlinne-kurove-pelety>>. ISSN: 1801-2655.
- [39] Stupavský, V. *Kotel na dřevní štěpku*. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2011-12-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kotel-na-drevni-stepku>>. ISSN: 1801-2655.
- [40] Stupavský, V. *Kotel na pelety - peletový kotel pro ústřední vytápění*. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2011-12-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kotel-na-pelety-peletovy-kotel-pro-ustredni-vytapeni>>. ISSN: 1801-2655.
- [41] SZIF. *Příručka pro žadatele* [online]. 2011 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z WWW: <http://www.szif.cz/irj/portal/anonymous/CmDocument?rid=%2Fapa_anon%2Fcs%2Fdokumenty_ke_stazeni%2Fefafd%2Fosa2%2F1%2F13%2F1301574455951.pdf>.
- [42] ŠÍR, J., et al. *Vize českého zemědělství po roce 2010* [online]. 2010-05-27 [cit. 2012-01-12]. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/file/56419/VIZE.pdf>>.
- [43] *Teplovzdušná kamna Bullerjan* [online]. c2009-2012 [cit. 2012-02-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.kamnaandrlík.cz/product/teplovzdušna-kamna/kamna-bullerjan/teplovzdušna-kamna-bullerjan-indust/795>>.

- [44] Trávníček, P., Karafiát, Z. *Kogenerace pomocí plynových spalovacích motorů*. Biom.cz [online]. 2009-04-15 [cit. 2012-02-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kogenerace-pomoci-plynovych-spalovacich-motoru>>.
- [45] TZB-info. *Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva* [online]. 2011-04 [cit. 2012-03-01]. Dostupné z WWW: <<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/269-porovnani-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>>. ISSN 1801-4399.
- [46] Wantulok, M. Zkušenosti s výrobou lesní energetické štěpky a možnosti rozvoje trhu. In *Sborník příspěvků z konference Biomasa & Energetika 2009*. Praha: CZ Biom, 2009. s. 37.
- [47] Weger, J. *Topoly a vrby k energetickému užití*. Biom.cz [online]. 2009-08-10 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vby-k-energetickemu-uziti>>. ISSN: 1801-2655.
- [48] Zahrada Brno. *Prodej rychlerostoucích dřevin k pěstování levného dřeva na topení* [online]. c2006-2012 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.zahradabrno.cz/prodej-rychle-rostouci-dreviny/#vytapani>>.
- [49] Zákon č. 86/2002 Sb. ze dne 14. února 2002 o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů.

Seznam zkratek

BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
ČR	Česká republika
ČSN	Česká státní norma
ČSN EN	ČSN harmonizovaná s evropskou normou
DIN	německá technická norma
EHS	Evropské hospodářské společenství
ERÚ	Energetický regulační úřad
ES	Evropská směrnice
EU	Evropská unie
ETS	Evropská technická směrnice
HRDP	Horizontální plán rozvoje venkova
CHKO	Chráněná krajinná oblast
LČR	Lesy České republiky
LPIS	Evidence půdy dle užitelských vztahů
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MZe	Ministerstvo zemědělství
OOHPP	Odbor ochrany horninového a půdního prostředí
OZE	Obnovitelné zdroje energie
ÖNORM	Rakouská technická norma
PF	Půdní fond
RRD	Rychle rostoucí dřeviny
SAPS	Jednotná platba na plochu
SZIF	Státní zemědělský intervenční fond
ZPF	Zemědělský půdní fond

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Výměra porostů RRD v letech 2009 až 2011

Tabulka č. 2 Procenta uhynulých řízků (vlevo v závislosti na klonu, vpravo v závislosti na použitém hnojení)

Tabulka č. 3 Vstupy rizikových prvků do zemědělské půdy z různých zdrojů

Tabulka č. 4 Maximální přípustné hodnoty pro dřevěné brikety podle vyhlášky č. 357/2002

Tabulka č. 5 Přepočtová tabulka pro různé „metry“ dřeva

Tabulka č. 6 Specifikace vlastností dřevní štěpky

Tabulka č. 7 Základní technické parametry pelet, briket a dřevní štěpky

Tabulka č. 8 Seznam RRD a jejich kříženců

Tabulka č. 9 Výsadba RRD v rámci pilotního projektu LČR

Tabulka č. 10 Přehled poskytované finanční podpory v letech 2006 až 2009

Tabulka č. 11 Způsoby využití biomasy k energetickým účelům

Tabulka č. 12 Zpoplatnění hlavních znečišťujících látek

Tabulka č. 13 Vývoj podílu OZE na hrubé domácí spotřebě elektřiny

Tabulka č. 14 Cenové rozhodnutí ERÚ č. 7/2011 ze dne 23. listopadu 2011

Tabulka č. 15 Přírůstky topolů v letech 2009 až 2012

Tabulka č. 16 Porovnání cen totálních herbicidů Stomp 400 SC a Roundup Biaktiv

Tabulka č. 17 Kalkulace plantáže - dřevní štěpka

Tabulka č. 18 Kalkulace plantáže - palivové dříví

Tabulka č. 19 Ceny tepla duben 2011

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Recyklace hodnotných živin na plantáži RRD

Obrázek č. 2 Výrobní řetězec dřevěných pelet

Obrázek č. 3 Deklarace RRD

Obrázek č. 4 Kamna typu Bullerjan

Obrázek č. 5 Schéma zapojení akumulární nádrže s ohřevem vody a kotlem na biomasu

Obrázek č. 6 Propojení automatického kotle na biomasu a krbových kamen s teplovodním výměníkem v rodinném domě

Obrázek č. 7 Automatický kotel na pelety se zásobníkem Guntamatic Biostar

Obrázek č. 8 Schéma fungování Stirlingova motoru

Obrázek č. 9 Rostlinolékařský pas

Obrázek č. 10 Umístění plantáže

Obrázek č. 11 Nařízkovaná sadba

Obrázek č. 12 Topoly v dubnu 2010

Obrázek č. 13 Průměr Japonského topolu v srpnu 2011

Obrázek č. 14 Ceny jednotlivých druhů energie v roce 2011 (běžná zařízení)

Přílohy

Tabulka č. 2 Procenta uhynulých řízků (vlevo v závislosti na klonu, vpravo v závislosti na použitém hnojení)

%									
	Komín		Litávka			Komín		Litávka	
	Červen	Srpen	Červen	Srpen		Červen	Srpen	Červen	Srpen
VB1	3,30	4,20	1,04	2,78	M	1,90	2,43	1,56	3,13
VB2	2,15	4,34	2,15	5,21	K	4,17	5,38	1,39	5,03
TP1	1,08	3,65	1,08	2,08	MH	2,60	5,03	1,39	2,96
TP2	7,47	7,81	7,47	9,38	H	3,65	6,95	5,03	8,33

Zdroj: Kratochvilová, 2009

Tabulka č. 4 Max. přípustné hodnoty pro dřevěné brikety podle vyhlášky č. 357/2002

Látka	Maximální přípustný obsah	Jednotky
Voda	21	%
Popel	12,5	
Výhřevnost	17,5 až 19,5	MJ.kg ⁻¹
Chlor	300	mg.kg ⁻¹
Arzen	0,8	
Kadmium	0,5	
Chrom	8	
Měď	5	
Rtuť	0,05	
Olovo	10	
Zinek	100	

Zdroj: Malaták, 2008

Tabulka č. 5 Přepočtová tabulka pro různé „metry“ dřeva

Jednotka	Název	Přepočet	Význam
Plm	plnometr		krychle o hraně 1 m vyplněná dřevem bez mezer
Prm	prostorový metr	1 prm = 0,6 až 0,7 plm	krychle o hraně 1 m vyplněná polenovým dřevem s mezerami
Prms	prostorový metr sypaný	1 prms ~ 0,4 plm	1 m ³ volně sypaného drobného nebo drceného dřeva

Zdroj: Murtinger, 2011

Tabulka č. 6 Specifikace vlastností dřevní štěpky podle normy ČSN EN 14961-1

ROZMĚRY (mm) CEN/TS 15149-2			
	Hlavní složka (minimálně 75w-%), mm ^a	Jemná složka, w-%, (<3,15mm)	Hrubá složka, (w-%), max délka částic, mm
P16A ^c	3,15 ≤ P ≤ 16mm	≤ 12%	≤ 3% > 16mm a ostatní < 31,5mm
P16B ^c	3,15 ≤ P ≤ 16mm	≤ 12%	≤ 3% > 45mm a ostatní < 120mm
P45A ^c	8 ≤ P ≤ 45mm	≤ 8% ^b	≤ 6% > 63mm a max. 3,5% > 100mm, ostatní < 120mm
P45B ^c	8 ≤ P ≤ 45mm ^b	≤ 8% ^b	≤ 6% > 63mm a max. 3,5% > 100mm, ostatní < 350mm
P63 ^c	8 ≤ P ≤ 63mm ^b	≤ 6% ^b	≤ 6% > 100mm a ostatní < 350mm
P100 ^c	16 ≤ P ≤ 100mm ^b	≤ 4% ^b	≤ 6% > 200mm a ostatní < 350mm

POZN.: Dřevní štěpku nabízíme ve frakcích P45, P63 až P100

VODA, M (w-% v původním stavu) EN 14774-1, EN 14774-2

M10	≤ 10 %
M15	≤ 15 %
M20	≤ 20 %
M25	≤ 25 %
M30	≤ 30 %
M35	≤ 35 %
M40	≤ 40 %
M45	≤ 45 %
M50	≤ 50 %
M55	≤ 55 %
M55+	> 55 % (max. hodnotu lze určit)

POZN.: Dřevní štěpku nabízíme ve vlhlostech M30, M45 a M55

POPEL, A (w-% v bezvodném stavu) EN 14775

A0,5	≤ 0,5 %
A0,7	≤ 0,7 %
A1,0	≤ 1,0 %
A1,5	≤ 1,5 %
A2,0	≤ 2,0 %
A3,0	≤ 3,0 %
A5,0	≤ 5,0 %
A7,0	≤ 7,0 %
A10,0	≤ 10,0 %
A10,0+	> 10,0 % (max. hodnotu lze určit)

POZN.: Obsah popelu v našem dodávaném materiálu je do 3%.

DUSÍK, N (w-% v bezvodném stavu) CEN/TS 15104

N0,3	≤ 0,3 %	Normativní: Chemicky ošetřená biomasa (1.2.2; 1.3.2)
N0,5	≤ 0,5 %	
N1,0	≤ 1,0 %	Informativní: Všechna paliva, která nejsou chemicky ošetřena (viz výjimky výše)
N2,0	≤ 2,0 %	
N3,0	≤ 3,0 %	
N3,0+	> 3,0 % (max. hodnotu lze určit)	

Zdroj: Dřevošrot, 2012

Tabulka č. 8 Seznam RRD a jejich kříženců

Označení	Doporučená maximální délka obmýetí
Topoly (<i>Populus sp.</i>) a jejich kříženci	
Topol Maximovičův a jeho kříženci (<i>P. maximowiczii</i> Henry)	8 let
Topol chlupatoplodý a jeho kříženci (<i>P. trichocarpa</i> Torr. et Gray)	8 let
Topol kanadský (<i>P. x canadensis</i> Mönch)	5 let
Topol Simonův a jeho kříženci (<i>P. simonii</i> Carrière)	8 let
Topol balzámový a jeho křížen (<i>P. balsamifera</i> L.)	8 let
Topol černý (<i>P. nigra</i> L.)	10 let
Topol osika (<i>P. tremula</i> L.)	8 let
Vrby (<i>Salix sp.</i>) a jejich kříženci	
Vrba bílá a její kříženci (<i>S. alba</i> L.)	8 let
Vrba košíkářská a její kříženci (<i>S. viminalis</i> L.)	5 let
Kříženci vrby jívy (<i>S. caprea</i> L. hybrids)	5 let
Vrba lýkovcová (<i>S. daphnoides</i> L.)	5 let
Ostatní dřeviny	
Jasan ztepilý (<i>Fraxinus exelsior</i> L.)	8 let
Olše lepkavá (<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Geartn.)	8 let
Olše šedá (<i>Alnus incana</i> (L.) Moench)	8 let

Zdroj: SZIF, 2011

Tabulka č. 14 Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny z biomasy

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 v nových výrobnách elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2012	4580	3530
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 v nových výrobnách elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2012	3530	2480
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 v nových výrobnách elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2012	2630	1580
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	3900	2850
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	3200	2150
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	2530	1480
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 ve stávajících výrobnách	2830	1780
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 ve stávajících výrobnách	2130	1080

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 ve stávajících výrobnách	1480	410
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S1 a fosilních paliv	-	1370
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S2 a fosilních paliv	-	700
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S3 a fosilních paliv	-	10
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P1 a fosilních paliv	-	1640
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P2 a fosilních paliv	-	970
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P3 a fosilních paliv	-	280

Zdroj: Cenové rozhodnutí ERÚ č. 7/2011 ze dne 23. listopadu 2011



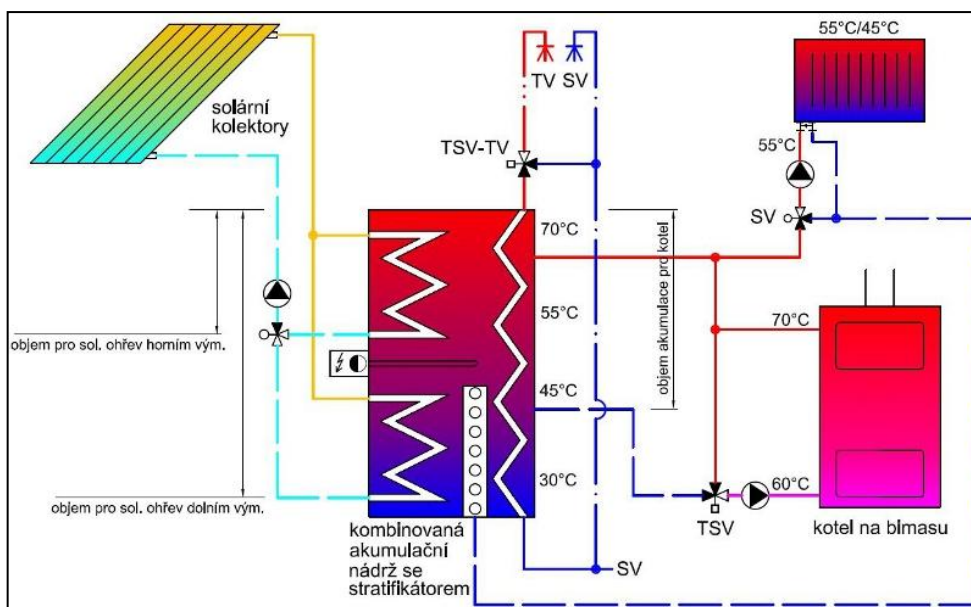
Zdroj: Malaťák, 2008

Obrázek č. 4 Kamna typu Bullerjan



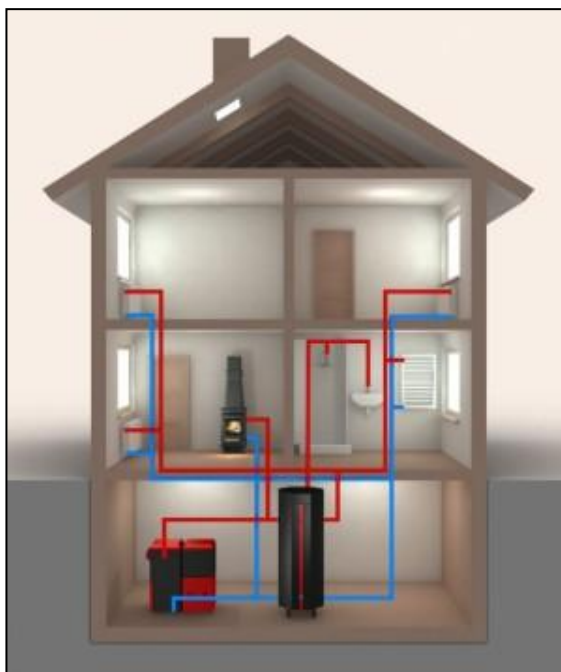
Zdroj: kamna Andrlík, 2012

Obrázek č. 5 Schéma zapojení akumulční nádrže s ohřevem vody a kotlem na biomasu



Zdroj: Regulus, 2012

Obrázek č. 6 Propojení automatického kotle na biomasu a krbových kamen s teplovodním výměníkem v rodinném domě



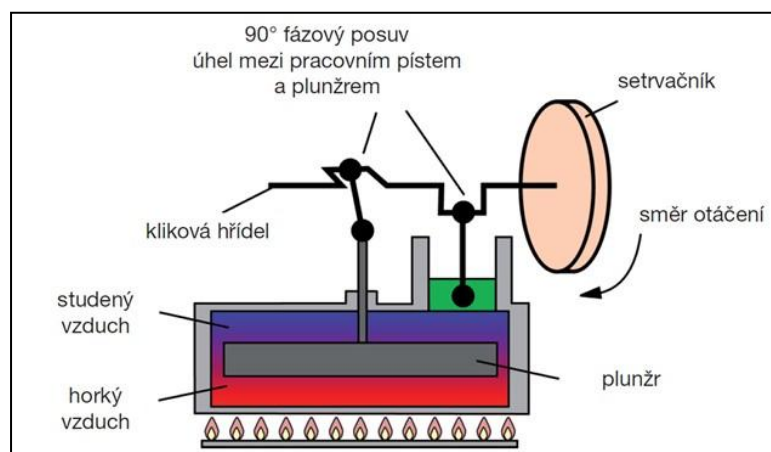
Zdroj: Stupavský, 2010

Obrázek č. 7 Automatický kotel na pelety se zásobníkem Guntamatic Biostar



Zdroj: Stupavský, 2010

Obrázek č. 8 Schéma fungování Stirlingova motoru



Zdroj: Hegele, 2009