

Ing. Zdeněk STRAŠIL, CSc.
VÚRV, v.v.i.,
Praha-Ruzyně

Význam a vhodnost energetických plodin pro vytápění budov

Significance and Suitability of Energy Crops for Building Heating

Recenzent
Ing. Petr Šerks

Příspěvek se zabývá rozsahem možných zdrojů fytomasy vyprodukované v zemědělství a využitelné pro spalování, a energetickou výtěžností vybraných plodin. Dále je hodnocena vhodnost sklizené fytomasy pro spalování, skladování a následné zpracování (briketizaci, peletizaci). Je sledován vliv termínu sklizně na výnosy, obsah vody, prvků a energetický obsah ve fytomase včetně kvality produkce určené pro spalování. Je pojednááno o zpracování fytomasy energetických plodin po sklizni a její vhodnost pro spalování v kotlích o různých výkonech.

Klíčová slova: energetické rostliny, výnosy, spalování

The article discusses the size of the possible sources of phytomass produced in agriculture usable during combustion and energy yield of selected crops. Suitability of harvested phytomass for burning, storage and subsequent processing (briquetting, pelletizing) is assessed. It is investigated the effect of harvest date on yield, water content, the content of elements and energy content in the phytomass, including quality of production for combustion. Processing of phytomass of energy crops after harvest and the suitability of products for combustion in boilers of different performances is analysed.

Key words: energy plants, yields, combustion

ÚVOD

Využívání energií je problém, který znepokojuje veřejnost. Problém je umocňován dosavadními trendy světového populačního růstu, rostoucí spotřebou energie, rychlým poklesem zásob fosilních paliv apod. Proto se hledají nové alternativy využívání energií. Celý prognostický scénář pro ČR je zachycen v „Energetické politice“ schválené usnesením vlády ČR č. 50 z 12. ledna 2000. Tato energetická politika si vytyčila základní cíle, které jsou v kontextu s cíli EU. K dosažení těchto cílů by měl sloužit především Státní program úspor energie a využití obnovitelných zdrojů podle usnesení vlády ČR č. 480/1998. Obnovitelné zdroje energie nebudou sice patřit mezi rozhodující energetické zdroje, mohou mít však významný regionální přínos. Mezi alternativní obnovitelné zdroje energie je řazena také fytomasa, o které je pojednáno v tomto článku.

Rozvoj plošné plynofikace a elektrických přímotopů se v posledních letech podstatně omezuje a více se uvažuje o využívání dřevních, stébelnatých a dalších zdrojů paliv. Využívá se systém centrálních výtopen na spalování biopaliv v surovém stavu jako jsou dřevní štěpky a balíky slámy podobně jako v Dánsku a Rakousku. Ve stále větší míře se začíná prosazovat systém automatických topenišť na topné pelety, např. ve Švédsku, Rakousku, SRN nebo v USA. Podrobně o dálkovém vytápění biomasou na venkově pojednává např. [5].

Ukazuje se, že zbytková i cíleně pěstovaná fytomasa, představuje velkou energetickou rezervu, která může do budoucna nahradit běžnou potřebu energie. Teoretické propočty různých odborníků uvádějí roční celosvětovou produkci biomasy na úrovni 100 miliard tun, jejichž energetický potenciál se pohybuje kolem 1400 EJ. To je téměř pětikrát více než je roční světová spotřeba fosilních paliv [4].

Pro získávání energie ze zemědělské výroby se využívá fytomasa pěstovaná záměrně k tomuto účelu nebo fytomasa zbytková, zahrnující zbytky ze zemědělské výroby nebo údržby krajiny.

Současná koncepce agrární politiky dochází k závěrům, že při stávajícím poměru soběstačnosti bude po roce 2010 kromě tradičního využití půdního fondu zhruba 400 tisíc ha tzv. „Volné půdy“. Volná půda může být obsazena plodinami, po kterých je na trhu stále poptávka, a nebo se může stát potenciální plochou pro pěstování energetických plodin.

Při využívání fytomasy k energetickým účelům existují některé výhody oproti konvenčním palivům. Zdroj energie má obnovitelný charakter. Při odpovědném pěstování jsou menší negativní dopady na životní prostředí. Jelikož jde především o místní zdroj energie, snižuje se potřeba dovozu energetických zdrojů. Zdroj fytomasy je obnovitelný, není lokálně omezen, a jeho řízená produkce přispívá k vytváření krajiny a péči o ní. Jde mnohdy o tzv. odpady, které se tímto účelně využívají. Fytomasa lze využít jak ve velkých spalovacích zařízeních (doporučuje se max. do 2000 kW tak v malých kotlích s výkonem 5 až 150 kW [4].

Domovní kotle vyrábí v ČR několik desítek firem ve velmi širokém rozsahu výkonů. Pro rodinné domy se obvykle jedná o výkony kolem 20 kW. Tyto kotle budou představovat významný podíl na trhu s teplem. Nejvyšší účinnost vykazují kotle na pelety, jejichž komfort se může výrazně přiblížit komfortu vytápění zemním plynem, a to za nižších provozních nákladů.

ZHDNOCENÍ FYTOMASY

Fytomasa jako zdroj energie

V současné době již část zemědělských podniků, především v zemědělské výrobní oblasti kukuřičné a řepařské, hospodaří na půdě bez chovu skotu a některé i bez živočišné výroby (převážně zemědělci s pronajatou půdou). Při odhadu 20% zastoupení takto hospodařících zemědělských podniků v těchto oblastech to představuje zhruba 280 tis. ha orné půdy.

Při vyšších procentech zastoupení obilnin v plodinových strukturách obilnin (nad 65 % a více) i při nutně zaořávané slámy, (přísun organické hmoty do půdy) činí produkce tzv. „nepoužitá“ nadbytečné slámy, která je okamžitě k dispozici jako fytopalivo 2,5 mil. tun (tab. 2). Kromě fytomasy vedlejších produktů polních plodin lze jako tato paliva využít fytomasa některých druhů trav zejména na stanovištích s vyšší nadmořskou výškou (nad 400 m n.m.) a vyšší svažitostí terénu (erozní ohrožení).

U travin se může jednat o přebytek úrody z běžných travních porostů nebo účelově pěstované traviny pro energetické využití. Traviny mají některé odlišnosti od obilnin, je to např. nižší výnos. Mají vyšší obsah dusíkatých látek při sklizni v běžných agrotechnických lhůtách, což se může projevit nepříznivě

do emisí při spalování. Mají oproti obilninám výhodu, že jsou vytrvalé a při správné agrotechnice vydrží na vhodném stanovišti řadu let. Vedle spalování lze využít produkci travních porostů také pro výrobu bioplynu.

Z výsledků výzkumu vyplývá, že za vhodné druhy trav pro energetické využití lze zejména považovat psineček velký, chrastici rákosovitou, kostřavu rákosovitou, případně další trávy, které bez hnojení N mohou poskytnout ve 2. užítkovém roce výnosy suché fytomasy nad 6,8 t.ha⁻¹, ve 2. užítkovém roce při hnojení N 50 kg.ha⁻¹ přes 10 t.ha⁻¹ suché fytomasy. Na méně produktivních stanovištích především v zemědělské výrobní oblasti pícninářské bude možné v dalších letech zajistit konkurenceschopnost pěstovaných obilnin jako fytopaliva (hlavně žito ozimého a tritikale), a to nejen s ohledem na výši výnosu, ale i jeho kvalitu. Podle uskutečněných výsledků pokusů na Českomoravské vysočině činily výnosy fytomasy před dozráním (zrno+sláma – obsah vody 18 %) u žita ozimého od 10 až 12 t.ha⁻¹, tritikale 12,5 až 13,5 t.ha⁻¹. Sklizeň probíhá posečením řádkovačem na řady s doschnutím plodiny. Na různých stanovištích v ČR se sledovaly pro energetické využití také některé další druhy rostlin: saflor – světlice barvířská, konopí seté, čiroky, laskavec, sléz přeslenitý, sléz topolovka. V polních pokusech se současně s jednoletými rostlinami sledovaly výnosy biomasy vytrvalých rostlin. Do pokusů byly zařazeny tyto vytrvalé rostliny: ozdobnice čínská, lesknice (chrastice) rákosovitá, křídlatka česká, topinambur hlíznatý, šťovík energetický (kříženec šťovíku zahradního a šťovíku tjanšanského). V tab. 1 jsou pro porovnání uvedeny průměrné výnosy přepočtené na sušinu některých vybraných plodin a energetická výtěžnost z 1 ha.

Náklady a zisky budou záviset také na dosahovaných výnosech komodit. Výnosy jsou závislé: na vhodném výběru půdně-klimatických podmínek (rajonizaci) pro jednotlivé plodiny, na předplodině, termínu setí, hnojení, způsobu ošetření porostu, termínu sklizně apod. Z našich propočtů však vyplývá, že v současné době a bez dotací většina uvedených plodin, pěstovaných pouze na spalování, nemůže cenově konkurovat běžným palivům, jako jsou např. uhlí nebo zemní plyn.

Tab. 1. Výnosy fytomasy přepočtené na sušinu a energetická výtěžnost vybraných plodin

Plodina	Průměrný výnos [t.ha ⁻¹]	Energetický obsah [GJ.t ⁻¹]	Energetická výtěžnost [GJ.ha ⁻¹]
Vytrvalé plodiny			
Miscanthus (ozdobnice)**	17,0	17,887	304,1
Lesknice rákosovitá*	7,0	17,588	123,1
Kostřava rákosovitá*	8,0	17,695	141,6
Ovsík vyvýšený*	7,5	17,520	161,4
Psineček veliký*	8,0	17,590	140,7
Šťovík*	7,5	18,165	136,2
Křídlatka**	17,4	18,444	320,9
Topolovka růžová*	8,5	18,175	154,5
Jednoleté plodiny			
Konopí	10,5	18,060	189,6
Hyso	12,5	17,657	220,7
Čirok cukrový	11,5	17,588	202,3
Sléz krmný	8,0	18,228	145,8
Slunečnice (stonky)	8,3	16,974	140,9
Řepka ozimá (sláma)	4,7	17,484	84,1
Pro porovnání			
Sláma obilovin	4,50	17,894	68,4
Tritikale (celá rostlina)	9,50	17,964	170,7
Hnědé uhlí horší kvality	–	12,0–14,0	–

Poznámka: * průměrný výnos za 5-ti leté období, ** průměrný výnos za 10-ti leté období

Do vedlejší produkce fytomasy ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny určené pro spalování, lze hlavně zahrnout: obilni a řepkovou slámu, zbytky z lučních a pastevních areálů, zbytky po likvidaci křovin a lesních náletů, odpady ze sadů a vinic apod. Z toho sláma ze zemědělských plodin, zejména obilovin a řepky tvoří významný zdroj biomasy pro energetické účely.

Produkci biomasy vybraných plodin uvádí tab. 2. Z tabulky je patrné, že je možné u nás využít kolem 2,5 mil. tun slámy.

Tab. 2. Vedlejší produkce některých polních plodin s možným využitím na fytopaliva (osevní plochy v roce 2009/10).

Plodina	Osevní plocha	Výnos vedlejšího produktu	Produkce vedl. produktu	Krmení a stlaní	Zaorávka a ztráty*	Sláma pro spalování
	[tis. ha]		[tis. t]			
Pšenice	831,3	4,25	3 533	1 611	1 306	616
Ječmen	454,8	3,35	1 524	516	458	550
Žito	38,5	4,54	175	88	70	17
Tritikale	53	5,35	284	141	94	49
Ozimá řepka	354,8	4,14	1 469	–	147	1 322

Poznámka: * ztráty ve výši 10 %

Vedle vedlejší produkce je možné počítat s pěstováním přímo pro energetické využití jednoletých nebo vytrvalých plodin. Ve světě bylo vybráno kolem 150 druhů rostlin, které splňují některé podmínky potřebné pro jejich úspěšné pěstování [1]. Ne všechny jsou však vhodné do našich půdně-klimatických podmínek. Zajímavý výnosový a biologický potenciál u nás mají např. čiroky, ozdobnice, křídlatky. Nejvíce se zatím rozšířilo pěstování šťovíku a ověřují se některé klony rychle rostoucích dřevin vrb a topolů, některé druhy trav pěstovaných jako monokultura (lesknice rákosovitá, kostřava rákosovitá, srha laločnatá, ovsík vyvýšený apod.) a mnoho dalších plodin.

Vhodnost fytomasy pro spalování

Vyprodukovaná fytomasa se musí sklídit a připravit pro energetické využití (spalování). Výhodou je, že technologie sklizně většiny plodin včetně skladování je známá. V tomto směru nejsou hlavně obiloviny žádným problémem. Pro skladování je třeba, aby obsah vody byl pod 18 % vlhkosti. Pro malé kotle potřebné pro malé domky, bytové domy, malé provozovny nebo další budovy (úřady, školy apod.) od 5 do 150 kW je třeba, aby fytomasa byla připravena na mechanické nebo automatické přidávání do kotle. Sláma se v současné době balíkuje do balíků různé velikosti a hustoty. Tuto sklizenou slámu je třeba pro využití v malých kotlích upravit. Nejvhodnější je pro pohodlnou manipulaci s palivem briketování nebo peletování. Zejména pelety přinášejí pohodlí podobné jako při plynovém vytápění [4]. Provoz kotle je plně automatizovaný, stačí jen mít dostatek pelet v zásobníku.

Proces spalování je závislý na kvalitě paliva. Většina „čistých“ biopaliv má např. nízký bod měknutí, tání a tečení popela, nebo velkou produkci emisí NO_x [4]. To jsou nepříznivé vlastnosti, které pelety vytvořené ze dřeva nemají. Možnostmi jak zjednat nápravu je vytvořit směs biopaliv v určitém poměru, která bude všechny nevýhody snižovat, nebo úprava spalovacího zařízení původně konstruovaného na určitý druh fytomasy [4]. Další možností je sklízet fytomasy v době, kdy jsou parametry pro spalování nejpríznivější.

Z tohoto důvodu byla sledována vhodnost sklizené fytomasy pro spalování, skladování a následné zpracování (briketizaci, peletizaci) [7]. Jedním z cílů bylo sledování vlivu termínu sklizně na výnosy, obsah vody a obsah prvků ve fytomase. Např. u ozdobnice se s oddálením termínu sklizně

Tab. 3. Výnosy čerstvé hmoty (č.h.), sušiny fytomasy [$t \cdot ha^{-1}$] a vlhkost při sklizni (%) ozdobnice v různých termínech sklizně (průměr let 1996 až 2001) – podle [7].

Plodina	I odběr*			II odběr**			III odběr***		
	Výnos		Vlhkost	Výnos		Vlhkost	Výnos		Vlhkost
	č. h.	Sušina		č. h.	Sušina		č. h.	Sušina	
Ozdobnice	44,44	16	64	31	15,50	50	15,25	11,70	24

Poznámky: * odběr v době největšího nárůstu fytomasy, ** odběr na podzim, *** odběr brzy na jaře

Tab. 4. Obsah prvků v rostlinách ozdobnice v různých termínech sklizně – podle [7]

Termín sklizně	Obsah prvků v % sušiny				
	N	P	K	Ca	Mg
Podzim	0,876	0,086	0,631	0,358	0,103
Jaro	0,829	0,079	0,292	0,228	0,086
Průměr	0,853	0,083	0,462	0,293	0,095

snížoval výnos fytomasy (tab. 3), klesal obsah vody (tab. 3) a prvků ve fytomase (tab. 4) [7]. Snížení výnosů fytomasy v porovnání s podzimním termínem sklizně je vyváženo zvýšenou kvalitou paliva (z hlediska technického a tvorby emisí). Při jarním termínu sklizně byl zjištěn nižší obsah prvků při porovnání s podzimním termínem sklizně (tab. 4), což je také výhodné pro samotný proces spalování [8]. Při sklizni na jaře odpadne dosoušení, které je ekonomicky relativně nákladné.

Obdobné trendy hodnot uváděné pro ozdobnici v tab. 3, 4, 5 byly zjištěny u většiny testovaných energetických plodin určených pro spalování (např. lesknice rákosovité, konopí, křídlatky apod.) [7].

Byl sledován také energetický obsah fytomasy [8]. V našem vybraném příkladě je hodnocena fytomasa ozdobnice. U většiny uváděných plodin je energetický obsah obdobný. Energetický obsah se příliš nemění vlivem termínu sklizně, hnojením, stanovištěm [8]. Energetický obsah je hlavně závislý na obsahu vody ve fytomase. Jak se energetický obsah fytomasy ozdobnice zvyšuje se snížením obsahu vody je znázorněno v tab. 5 a grafu 1. Z grafu 1 je patrné, že energetický obsah při spalování je silně závislý na vlhkosti fytomasy. Při vlhkosti 50 % je energetická hodnota pouze 9,97 [$GJ \cdot t^{-1}$] (tab. 5). Při vlhkosti 18 % vhodné pro přímé spalování ve většině kotlů s nižším výkonem je spalné teplo 16,21 [$GJ \cdot t^{-1}$], což je více než u hnědého uhlí horší kvality používaného v našich tepelných elektrárnách.

Tab. 5. Vliv termínu sklizně na obsah vody (%) a energetický obsah [$GJ \cdot t^{-1}$] u ozdobnice (průměrné hodnoty)

Plodina	Termín sklizně	Obsah vody	Energetický obsah
Ozdobnice čínská	1. termín	67	5,76
Ozdobnice čínská	2. termín	50	9,97
Ozdobnice čínská	3. termín	18	16,21
Ozdobnice čínská	suchý vzorek	0	18,23

Poznámky:

1. termín sklizně = odběr v době největšího nárůstu fytomasy (srpen až září)
2. termín sklizně na podzim (listopad)
3. termín sklizně po zimním období (konec února až konec března)

Palivo ze stébelnin (ve formě obřích balíků) se doposud používá pouze v kotelnách velkých výkonů a to v menší míře. Lisovat stébelniny do peletek se ještě v nedávné minulosti zdálo zbytečné, jelikož nebyly k dispozici malé automatizované kotle pro rodinné domky. Vývoj v kotlářském průmyslu však jde neustále dopředu a v současné době existují automatizo-

vané kotle s širokou škálou výkonů 5 až 150 kW. Aby se zabránilo problémům při spalování jsou nové kotle vyšších výkonů opatřeny rotačními hořáky a pohyblivými rošty. U kotlů s pevnými rošty zůstává problémem spalování fytomasy spékání popele. Může se řešit přidávkem vápenného prachu a častějším čištěním.

Pro malé kotle k vytápění domků nebo budov jsou pro automatický provoz nevhodnější pelety, peletky nebo briкеты. Peletky vyrobené z fytomasy mají výhřevnost zhruba srovnatelnou s výhřevností tříděného hnědého uhlí 14 až 18 $MJ \cdot kg^{-1}$. Specifická hmotnost je cca 700 $kg \cdot m^{-3}$. Jsou snadno manipulovatelné, neprašné, jejich spalování je regulovatelné podobně jako spalování plynu.

To je i důvodem velkého zájmu o jejich použití při výrobě tepla a teplé vody. Navíc vzniká při spalování slaměných peletek pouze 5 až 9 % popeloviny (oproti 15 až 23 % tuhého odpadu z uhlí). Tato popelovina je navíc i vhodnou přísadou do kompostu. Dále se spalováním peletek příliš nezvyšuje produkce oxidu uhličitého a dalších škodlivých emisí (SO_x , NO_x) ve srovnání se spalováním fosilních paliv. Jde tedy o významný přínos v péči o kvalitu životního prostředí. Obsah dusíku je 0,08 až 0,5 % na rozdíl od tradičních paliv, která mají až 1,4 % [9].

Také [10] nebo [6] považují slaměnou briketu nebo peletu za „ideální“ palivo. [6] uvádí, že spotřeba přídavné energie na výrobu briket nebo pelet nepřesahuje 5 % tepelného obsahu briket. Nevýhodou jsou vysoké investiční náklady potřebných strojů ve zpracovatelské lince. O peletách pojednává ve své práci také např. [2].

Sláma či dřevo nebo fytomasa z dalších plodin, které jsou správně spáleny, jsou vůči přírodě nepřátelštějším palivem (hned po vodíku), neboť jediným větším příspěvkem ke znečištění ovzduší jsou NO_x [9].

Pro specifikaci, klasifikaci i zkoušení biomasy byly v roce 2010 vydány nové normy [3]. V tomto sdělení [3] jsou také citovány další normy vydané v roce 2010 pro stanovení vody, prchavé hořlaviny, obsahu popela, spalného tepla a výhřevnosti, sypané hmotnosti a mechanické odolnosti pelet.

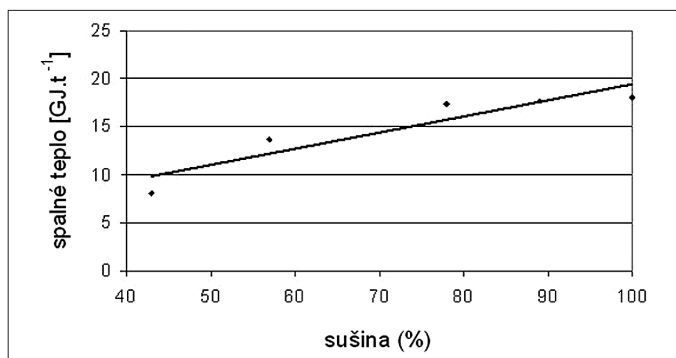
Pro představu jsme vypočítali, že při výkonu kotle 25 kW, který postačí k vytápění rodinného domku, je třeba za topnou sezonu 9000 kg slaměných pelet (tab. 6), což při průměrném výnosu slámy ozimé pšenice 4 $t \cdot ha^{-1}$ (při 15% vlhkosti) představuje potřebu cca 2,25 hektaru.

To znamená, že při osevní ploše pšenice celkem 830 tis. ha (v roce 2010) a využití 1/3 sklizené slámy na vytápění, by toto sklizené množství jenom pšeničné slámy zajistilo vytápění cca 123 000 rodinných domků. Využit lze samozřejmě i slámu z řepky ozimé, dalších obilovin i jiných běžně pěstovaných zemědělských plodin nebo energetických plodin přímo pěstovaných na spalování (RRD, ozdobnice, energetické trávy apod.).

Tab. 6. Orientační spotřeba a cena paliva. (podle [9])

Spotřeba	Výkon kotle	Slaměné pelety	
		kg	cena 300 Kč. q^{-1}
den/rok	15 kW	26/5 400	78/16 200
den/rok	25 kW	43/9 000	129/27 000
den/rok	40 kW	68/14 400	204/43 200
den/rok	60 kW	103/21 600	309/64 800
den/rok	80 kW	137/28 800	566/118 900
den/rok	100 kW	172/36 000	516/108 000

Poznámka: Spotřeba paliva za celou topnou sezonu (cca 210 dní) při plném výkonu. (V praxi cca 50 až 60 %)



Graf 1. Vliv obsahu vody ve fytomasu ozdobnice na spalné teplo

ZÁVĚR

Pro získávání energie lze ze zemědělské výroby využít fytomasu záměrně pěstovanou k tomuto účelu nebo fytomasu odpadní zahrnující zbytky ze zemědělské výroby nebo údržby krajiny. Do vedlejší produkce fytomasu ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny určené pro spalování lze hlavně zahrnout obilní slámu a řepkovou slámu. Pro energetické účely je možné u nás využít kolem 2,5 mil. tun slámy.

Z výsledků je patrné, že pokud jde o kvalitu produkce fytomasu z hlediska spalování je nevhodnější u většiny energetických plodin jarní termín sklizně. Takto získaná fytomasa se nemusí dosušet, což je energeticky a ekonomicky značně náročné, a vykazuje nejlepší parametry při spalování. Má nižší obsah většiny prvků oproti dřívějším termínům sklizně, což má za příčinu nižší emise SO_x , NO_x , vyšší teplotu tání popele apod.

V současné době se doposud vyskytují a přetrvávají některé překážky při pěstování a možnostech využití rostlin pro nepotravinářskou produkci. Je to např. celková nepřipravenost některých odvětví národního hospodářství na využívání obnovitelných zdrojů a to jak ve výrobní a zpracovatelské sféře, tak i v nedostatku podnikatelských záměrů včetně větší propagace, osvěty a legislativy.

Chybí většinou razantnější prosazování větší finanční podpory (levné úvěry, státní dotace aj.) výrobců i zpracovatelů nepotravinářské produkce včetně využívání průmyslových a energetických rostlin jako surovin a fytopaliv.

Není zajištěna koordinace celé problematiky v České republice (zřízení Koordinačního centra pro pěstování a zpracování průmyslových a energetických rostlin), které by řídilo a usměrňovalo veškeré aktivity na tomto velmi širokém úseku.

Kontakt na autora: strasil@vurv.cz

Příspěvek byl podpořen výzkumným záměrem MZe ČR č. 0002700604

Použité zdroje:

- [1] El Bassam, N., *Energy plant species, their use and impact on environment and development*. Ed.: James and James, London, 1998, 321 p.
- [2] Klobušník, L., *Pelety palivo budoucnosti*. Ed.: Sdružení Harmonie, České Budějovice 2003, 112 s. ISBN 80-239-1956-3
- [3] Kotlánová, A., *Nové normy pro specifikace, klasifikaci i zkoušení biomasy*. *Energie* 21, 2010, 5, 44-46. ISSN 1803-0394
- [4] Pastorek, Z., Kára, J., Jevič, P., *Biomasa obnovitelný zdroj energie*. Ed.: FCC Public, Praha, 2004, 288 s. ISBN 80-86534-06-5
- [5] Sladký, V., *Dálkové vytápění biomasou na venkově*. Studijní informace ÚZPI. Řada Zemědělská technika, 1994, č. 4, 66 s. ISSN 0862-3562
- [6] Sladký, V., *Příprava paliv z biomasy*. Studijní informace ÚZPI. Řada Zemědělská technika, 1995, č. 3, 50 s. ISSN 0862-3562
- [7] Strašil, Z., *Pěstování energetických rostlin*. In: Kára, J., Strašil, Z., Hutla, P., Ušfak, S. *Technologie pro pěstování a využití*. Ed.: VÚZT Praha, listopad 2005, 3: 4-43. ISBN 80-86884-066
- [8] Strašil, Z., (2007): *Vliv stanoviště a některých agrotechnických opatření na obsah popele a energetický obsah fytomasu vybraných plodin*. In: Sborník příspěvků z 29. Mezinárodního českého a slovenského kalorimetrického semináře, hotel Medlov, Českomoravská vrchovina, 28.5. až 1.6.2007, s. 151-154. ISBN 978-80-7194-957-2
- [9] Šubrt, M., *Spalování biomasy rostlinného původu v kotlích na tuhá paliva. Výstavba granulacních linek na výrobu peletek z biomasy (ze stébelnín). Pěstování fytomasu sláma, traviny a energetické plodiny*. Projekt firmy Peletka s.r.o. Chvalovice, 2005, 26 s.
- [10] Wörgetter, M., *Wunderbrennstoff – Srohbrikette*. *Prakt. Landtechnik*, 36/1991, č. 11, s. 356-358.

stavba.tzb-info.cz



RSS | Mapa stránek | Kontakty | Inzer



PROJEKTY 2011

 SOLÁRNÍ KOLEKTORY

 PASIVNÍ DOMY



tzbinfo
stavebnictví, úspory energií
technická zařízení budov