

## SLÁMA PRO VÝROBU ENERGIE

### STRAW FOR ENERGY PRODUCTION

*D. Andert, Z. Abrham, M. Herout*

*Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.*

#### Abstract

Benefit features balance of straw for energy usage. Evaluates costs of single sort straw and economic conditions for their power usage. Straw biomass is in light of power potential and in light of economies suitable renewable power supply. Energy exploitation parts of straw cereals and rape performance hasn't negative influence on soil quality and fertility. Straw energy utilization forms in agricultural company new job opportunities and increases his economical stability and energy self – sufficiency

**Keywords:** straw, energy usage, economy

#### ÚVOD

Významným zdrojem obnovitelné energie je zemědělská odpadní biomasa, tj. především sláma obilovin a řepky. Vedle energetického přínosu lze spatřovat přínos využívání biomasy i pro rozvoj lokální ekonomiky, pro zvýšení ekonomické stability a energetické nezávislosti zemědělských podniků. Pro podporu těchto záměrů byl na Ministerstvu zemědělství zpracován Akční plán pro biomasu na období 2012 – 2020 (dále APB). APB představuje analýzu využití biomasy v ČR, uvádí reálný potenciál jednotlivých druhů biomasy pro efektivní energetické využití a navrhuje opatření vhodná pro udržitelnost zemědělsko-energetického propojení do roku 2020.

Biomasa v podmínkách ČR je z jedné strany významným obnovitelným zdrojem energie, který umožňuje zemědělskému podniku diverzifikaci výroby a zvýšení jeho ekonomické i energetické soběstačnosti a stability. Z druhé strany je významným zdrojem organické hmoty pro udržení dobré struktury a úrodnosti půdy. V zemědělském provozu je nutno hledat racionální vyvážení těchto dvou forem využití biomasy. Zároveň je třeba respektovat základní požadavky a podmínky standardů uvedených přílohou 1 a 2 nařízení vlády č. 309/2014 Sb., o stanovení důsledků porušení podmíněnosti poskytování některých zemědělských podpor.

Jedním ze způsobů jejího využití je spalování pelet ze slámy v kotli Verner A 602.

#### MATERIÁL A METODY

Příspěvek je zaměřen na vyhodnocení podmínek energetického využití slámy obilovin a řepky.

Vliv podmínek DZES (Dobrý zemědělský a environmentální stav) na množství biomasy využitelné pro energetické účely.

Významným faktorem ovlivňujícím zdroje biomasy pro energetické využití je potřeba zajištění dodávky organické hmoty do půdy dané podmínkami standardů DZES. Základní podmínky hospodaření na

zemědělské půdě stanovují tzv. pravidla Kontrol podmíněnosti (Cross compliance) – tj. plnění standardů DZES a PPH (povinných požadavků na hospodaření. V podmínkách ČR je půda ohrožena především vodní a větrnou erozí a úbytky organické hmoty. Energetické využívání biomasy by tedy zásadně nemělo negativně ovlivňovat zásady správné zemědělské praxe při hospodaření s půdou. Zavedení zásad správné zemědělské praxe je potřebné pro dosažení funkčního, trvale udržitelného systému zemědělství a je podmínkou pro vyplácení přímých podpor a dalších dotací.

Pro správné hospodaření s půdou jsou relevantní především standardy DZES č.:

4. minimální pokryv půdy
5. minimální úrovně obhospodařování půdy k omezení eroze
6. zachování úrovně organických složek půdy, včetně zákazu vypalování strnišť

Z toho pro podmínky energetického využívání biomasy je nejvýznamnější požadavek DZES 6, který ukládá pro zemědělce následující podmínky:

- Zákaz pálit na půdním bloku bylinné zbytky
- Na minimálně 20 % výměry orné půdy zajistí každoročně
  - aplikování tuhých statkových hnojiv nebo tuhých organických hnojiv minimálně v dávce 25 tun na hektar (s výjimkou tuhých statkových hnojiv z chovu drůbeže minimálně v dávce 4 tuny na hektar),
  - tuto podmínku lze splnit zapravením ponechaných produktů při pěstování rostlin, například slámy, minimální dávka není stanovena,
  - pokrytí tohoto procenta výměry lze nahradit porostem plodin, které fixují vzdušný dusík (cizrna, čočka, fazol, hrách, peluška, jetel, komonice, lupina, sója, štirovník, vojtěška,

úročník, vikev, bob, vičenec, čičorka, hrachor, jestřabina, kozinec, pískavice, ptačí noha nebo tolice); popřípadě jejich směsi; porosty výše uvedených druhů plodin lze zakládat i jako podsev do krycí plodiny, popřípadě jako směsi s travami v případě, že zastoupení trav v porostu nepřesáhne 50 %.

Splnění požadavků DZES na dodávku organické hmoty do půdy patří mezi náročné úkoly v podmínkách zemědělských podniků, které hospodaří bez živočišné výroby. Zemědělci, kteří nemohou výše uvedené podmínky aplikace 25 tun tuhých statkových hnojiv splnit, nahrazují organickou hmotu zaoráním slámy nebo pěstováním zlepšujících plodin.

Významným zdrojem biomasy pro případné energetické využití je sláma obilovin a řepky. Je však při tom třeba brát v úvahu další významným faktor - zajištění dodávky organické hmoty do půdy dané podmínkami standardů dobrého zemědělského a

environmentálního stavu půdy. Akční plán tedy předpokládá z těchto důvodů u slámy obilovin využití jen 65 % pro energetické účely, u řepky 45 %.

Bilance slámy obilovin a řepky a možnosti jejího využití pro energetické účely stanovené podle doporučení v Akčním plánu pro biomasu a dále podle výměr pěstovaných plodin v roce 2016 je uvedeno v tabulce 1. Podle těchto doporučení lze tedy předpokládat, že pro energetické využití je k dispozici cca 3 mil. tun slámy obilovin a téměř 1 mil. t. slámy řepky.

Podklady pro ekonomické hodnocení pěstování a využití slámy jsou zpracovány s využitím databázového modelovacího programu „Technologie a ekonomika plodin“, který je pro uživatele ze zemědělské praxe volně přístupný na webové stránce [www.vuzl.cz](http://www.vuzl.cz).

Pro spalovací zkoušky byl vybrán automatický kotel na spalování pelet VERNER A 602.

Tab. 1: Vývoj výměry TTP a stavů skotu v ČR

Plodina	Výměra v ČR 2016 (tis.ha)	Produkce slámy		
		t.ha <sup>-1</sup>	koeficient energet. využití	Celkem (tis.t)
Pšenice (celkem)	840	4,10	0,65	2239
Žito	21	4,40	0,65	60
Ječmen (celkem)	326	2,80	0,65	593
Oves	38	3,30	0,65	82
Ostatní obiloviny	49	3,50	0,65	111
Řepka ozimá	393	5,50	0,45	973
Sláma obilovin využitelná pro energetické účely				3085
Sláma řepky využitelná pro energetické účely				973
<b>Celkem</b>				<b>4058</b>



Obr. 1: Měřený kotel A602

## VÝSLEDKY A DISKUSE

V zemědělství ČR se obiloviny pěstují na výměře téměř 1,3 milionu hektarů a řepka na výměře téměř 0,4 milionu hektarů. Celková produkce slámy se pohybuje kolem 7 milionů tun. Pro způsob hospodaření a využívání slámy mají zásadní význam Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy (DZES). Tyto standardy zajišťují zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí a ochranou půdy. Hospodaření v souladu se standardy DZES je zároveň jednou z podmínek poskytnutí plné výše přímých podpor.

Ve vztahu k využití slámy patří mezi nejvýznamnější splnění požadavků DZES na dodávku organické hmoty do půdy. Minimálně na 20 % orné půdy zajistit některou z následujících variant dodávky organické hmoty do půdy:

- aplikace tuhých statkových hnojiv nebo tuhých organických hnojiv minimálně v dávce 25 tun na hektar (z chovu drůbeže minimálně v dávce 4 tuny na hektar),
- pokrytí tohoto procenta výměry v termínu minimálně od 1. června do 15. července příslušného kalendářního roku porostem dusík vázajících plodin,
- zapravení ponechaných produktů při pěstování rostlin, například slámy (minimální dávka není stanovena).

Největší spotřeba slámy pro splnění podmínek DZES je v případě, že podmínky DZES jsou plněny

pouze variantou zapravení slámy. To se může týkat především zemědělských podniků bez živočišné výroby. Vyhodnocení množství zbytkové biomasy slámy využitelného pro energetické účely pro jednotlivé výrobní oblasti je uvedeno v tabulce 2. Podle podmínek v jednotlivých výrobních oblastech se mění procento zornění a procentuální zastoupení obilovin a řepky. Po splnění podmínek na zaorání slámy na 20 % orné půdy zůstává pro energetické využití od 0,8 do 1,84 tun na jeden hektar zemědělské půdy, průměrně v rámci zemědělství ČR je to 1,44 tun na jeden hektar zemědělské půdy. To představuje v rámci ČR celkové množství cca 5 milionů tun slámy obilovin a řepky pro energetické využití. To je tedy ještě asi o 25 % více než bylo předpokládáno při zpracování APB.

Tab. 2: Bilance energeticky využitelné slámy při splnění podmínek DZES

Výrobní oblast	Struktura využití z.p. v přepočtu na 100 ha z.p.			Využití produkce slámy						Průměrná produkce slámy pro energetické využití na 1 ha z.p.
	zornění	z toho		Zaorání slámy (20% o.p.)		Pro energetické využití				
		obiloviny	řepka	obiloviny	řepka	obiloviny	řepka	obiloviny	řepka	
	ha o,p,	ha	ha	ha	ha	ha	ha	t/ha z.p.	t/ha z.p.	
kukuř. - řepařská	86	52,4	11,6	11,6	5,6	40,8	6,0	1,52	0,33	1,84
bramborářsko obilnářská	73	42,0	12,1	8,5	6,1	33,5	6,0	1,25	0,33	1,57
picinářská	41	21,9	6,2	5,3	2,9	16,6	3,3	0,62	0,18	0,80
<b>Průměr ČR</b>	<b>71,5</b>	<b>39,2</b>	<b>11,3</b>	<b>8,7</b>	<b>5,6</b>	<b>30,5</b>	<b>5,7</b>	<b>1,14</b>	<b>0,31</b>	<b>1,44</b>

Pozn.:

- *dodávka organické hmoty je zajištěna jen zaoráváním slámy na 20 % o. p.,*
- *procento zornění a podíl obilovin je stanoven na základě podkladů ČSÚ Praha,*
- *průměrný výnos slámy u obilovin je uvažován 3,7 t/ha, u řepky 5,5 t.ha<sup>-1</sup>.*

V tabulce 2 je uvedena bilance množství energeticky využitelné slámy pro případ řešení dodávky organické hmoty jen zaoráváním slámy na 20 % orné půdy, což je jeden z možných způsobů řešení podmínek DZES v podnicích bez živočišné výroby. V posledních letech se stále více začíná rozšiřovat varianta pokrytí části tohoto procenta výměry, v souladu s DZES 6, porostem plodin s fixací vzdušného dusíku. Využitím této varianty lze zvýšit výměru plochy pro energetické využití slámy.

Ekonomické hodnocení energetického využití slámy vychází ze skutečnosti, že neexistuje objektivně sledovaná tržní cena slámy. Pro kalkulaci nákladů

na produkci slámy se nejčastěji používají rozčítací metody. Jednou z metod je využívání koeficientů stanovených na základě krmné hodnoty zrna a slámy. VÚZE Praha rozpracoval podrobněji tuto metodu v polovině 90. let minulého století a doporučil uvažovat náklady na produkci slámy:

- u ozimých obilovin 12 % celkových nákladů
- u jarních obilovin 15 % celkových nákladů.

S využitím podkladů z expertního systému Technologie a ekonomika plodin a normativů rozčítací metody lze tedy stanovit normativní náklady na 1 t slámy – viz tabulka 3.

Tab. 3: Náklady na produkci slámy

Plodina	Náklady celkem Kč/ha	Výnos slámy t/ha	Náklady na slámu	
			bez dotací Kč/t	po odpočtu dotací Kč/t
Pšenice ozimá	20 689	4,1	606	441
Žito ozimé	20 650	4,4	563	410
Ječmen ozimý	20 693	2,8	887	646
Triticale	21 961	4,4	599	446
Pšenice jarní	19 016	4,1	696	490
Ječmen jarní	18 930	2,8	1 014	713
Oves	19 175	3,3	872	616
Řepka ozimá	28 106	5,5	613	491

Náklady na 1 t slámy se bez dotací pohybují od 563 (žito ozimé) do 1 014 Kč.t<sup>-1</sup> (ječmen jarní). Pro plochy s obilovinami a řepkou bylo v r. 2016 možné získat následující plošné dotace:

- jednotná platba na plochu SAPS - 3514 Kč.ha<sup>-1</sup>,
- „greening“ (podpora diverzifikace plodin, zachování úrovně trvalých travních porostů a zřizování ploch v ekologickém zájmu – 1928 Kč.ha<sup>-1</sup>,
- přechodnou vnitrostátní podporu (PVP) – 178 Kč.ha<sup>-1</sup>.

Po odpočtu plošných dotací se pak náklady na slámu pohybují od 410 do 713 Kč.t<sup>-1</sup>. Uvedené náklady na jednotku produkce slámy jsou pro produkci ve formě lisovaných balíků. Významnou část celkových nákladů na slámu tvoří náklady na sběr a odvoz slámy. Pro sběr a odvoz slámy se používají tyto hlavní technologie:

- sběr a odvoz sběracími vozy (doporučuje se použití řezacího ústrojí) s uložením sklizené slámy většinou do polních stohů nebo do krytých skladů s mechanickým manipulačním zařízením. Dnes se již používá málo, nevýhodou technologie jsou vyšší nároky dopravu, manipulaci a skladování fytomasy.
- sběr slámy sběracími lisami na válcové nebo hranolovité balíky s hmotností od 250 do 400 kg, odvoz balíků a jejich uskladnění pod střechou nebo ve stohu s překrytím řezankou ze slámy nebo folií. Tato technologie v současné době převládá, výrazně snižuje náklady na dopravu, snižuje požadavky na skladovací

prostory a balíky vyhovují i pro spalování ve větších zařízeních kotelen.

U lisů na válcové balíky se náklady na vlastní lisování pohybují od 170 do 185 Kč.t<sup>-1</sup>, u lisů na velké hranolovité balíky od 260 do 280 Kč.t<sup>-1</sup>. K tomu je třeba ještě uvažovat náklady na naložení a dopravu balíků uvnitř zemědělského podniku, které se pohybují okolo 70 Kč.t<sup>-1</sup>. Lze tedy konstatovat, že sláma je z hlediska nákladů na trhu obnovitelných zdrojů energie dobře uplatnitelná.

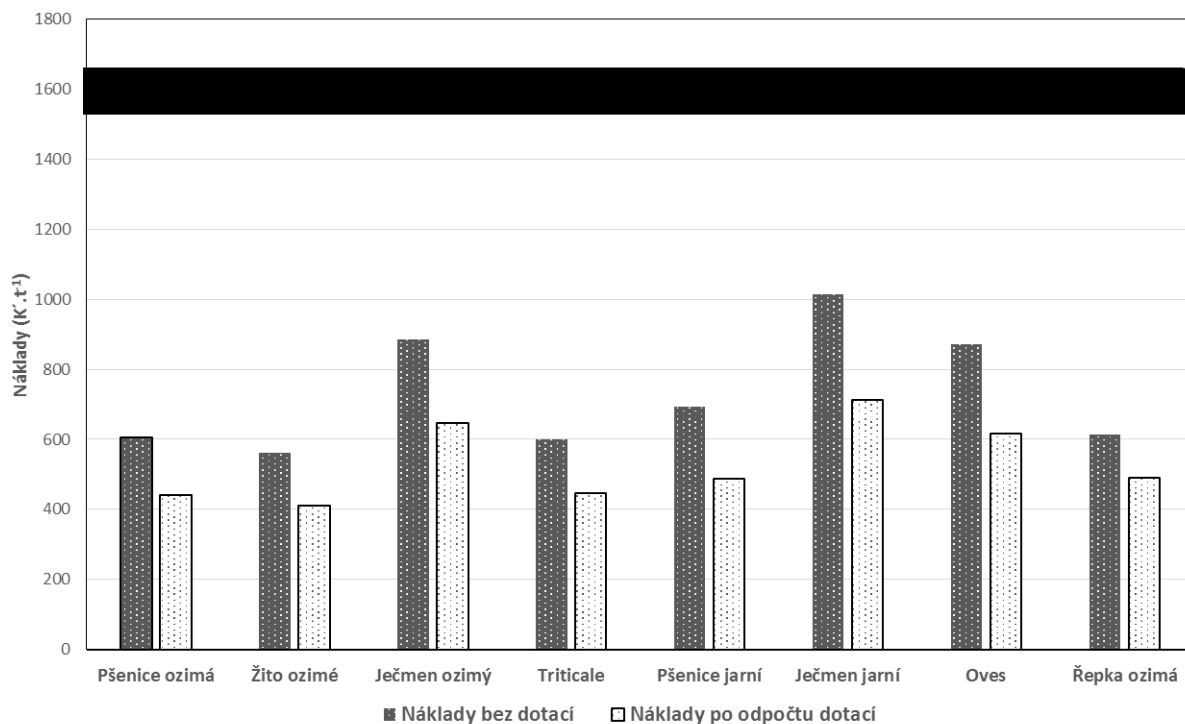
Sláma jako energetická produkce je ekonomicky příznivá. Produkce je vhodná jako palivo do větších kotelen a tepláren. Porovnání výsledných nákladů jednotlivých druhů slámy s cenou pilin z dřevařské výroby je uvedeno na obr. 1.

Náklady na 1 t slámy jsou příznivé i bez možnosti využití plošných dotací. Pro energetické účely se nejčastěji využívá sláma pšeničná a sláma řepková, jejich cena se bez započtení plošných dotací pohybuje okolo 40 % ceny srovnatelných dřevařských pilin, po započtení dotací jen okolo 30 %.

Tržní cena slámy se však může od této normativní ceny výrazněji lišit. V oblastech, kde je vyšší poptávka po slámě z důvodů činnosti průmyslových podniků, zabývajících se energetickým nebo surovinovým využitím slámy se tržní cena pohybuje i nad 1000 Kč.t<sup>-1</sup>.

### Spalovací zkoušky

Kotel je vybaven novým typem hořáku s přesuvným roštem, který umožňuje optimální spalování i alternativních pelet.



Obr. 1: Porovnání nákladů na slámu s cenou pilin z dřevařské výroby



Obr. 2: Pohled na hořák



Obr. 3: Pohled na hořák po dlouhodobých zkouškách

Tab.4: Emisní parametry kotle A602

Výkon	kW	52	14
O <sub>2</sub>	%	10,4	11,5
CO <sub>ref O2</sub>	mg.Nm <sup>3</sup>	887	847
NO <sub>X ref O2</sub>	mg.Nm <sup>3</sup>	203	176

## ZÁVĚR

V zemědělství se ročně produkuje cca 7 milionů tun slámy a z toho je 4 až 5 milionů tun využitelné pro energetické nebo surovinové účely. Zemědělské podniky mají zájem o rozvoj jejich diverzifikace do oblasti pěstování a energetického využití slámy. Ukazuje se, že stejnou pozornost jako technice a technologii je třeba věnovat i ekonomice energetického využití slámy. Ekonomické podmínky pro energetické využití slámy jsou příznivé i bez možnosti využití dotací.

Kromě tohoto úzkého pohledu na ekonomiku je však třeba konstatovat, že význam energetického využití sena a slámy má své přínosy i v dalších oblastech:

- využití vedlejší produkce, která nemá uplatnění v živočišné výrobě,
- vytvoření nových pracovních příležitostí a využití pracovních sil v mimosezonní době,
- příznivý vliv na tvorbu krajiny a na životní prostředí,
- zvýšení ekonomické stability a energetické nezávislosti zemědělského podniku,
- případně i vytvoření nových pracovních příležitostí.

Řešení může významně přispět k úsporám fosilních paliv.

Spalovací zkoušky prokázaly možnost spalování alternativních pelet při plnění emisních limitů pro 5. třídu.

## PODĚKOVÁNÍ

*Příspěvek byl zpracován na základě výsledků řešení výzkumného projektu TAČR TA04020952 „Vývoj kotlů o výkonu 15 až 60 kW splňující emisní třídu 4 a 5“.*

## Abstrakt

Příspěvek uvádí bilanci slámy obilovin pro energetické využití. Vyhodnocuje náklady jednotlivých druhů slámy a ekonomické podmínky pro jejich energetické využití. Biomasa slámy je z hlediska energetického potenciálu i z hlediska ekonomiky vhodný obnovitelný zdroj energie. Energetické využívání části produkce slámy obilovin a řepky nemá negativní vliv na kvalitu a úrodnost půdy. Energetické využití slámy v zemědělském podniku vytváří nové pracovní příležitosti a zvyšuje jeho ekonomickou stabilitu a energetickou soběstačnost.

**Klíčová slova:** sláma, energetické využití, ekonomika

## LITERATURA

- ABRHAM, Z., RICHTER, J., MUŽÍK O., HEROUT, M. SCHEUFLER, V.: Technologie ekonomika plodin. Internetový databázový program
- ČERNÝ, D., J. MALAŤÁK a J. BRADNA. Emisní charakteristiky při spalování odpadních produktů na hořákovém topeništi. [Emission characteristics during waste products combustion in the furnace burner]. AgritechScience[online], 2013, roč. 7, č. 2, s. 1-10. ISSN 1802-8942. Dostupné z: <http://www.agritech.cz/clanky/2013-2-2.pdf>
- HLAVSOVÁ, A., H. RAČLAVSKÁ, D. JUCHELKOVÁ a P. SÝKOROVÁ. Pyrolýza kompostů z trvalých travních porostů a z údržby krajiny. [The pyrolysis of compost of permanent grass cover and from landscape maintenance]. AgritechScience [online], 2012, roč. 6, č. 2, s. 1-9. ISSN 1802-8942. Dostupné z: <http://www.agritech.cz/clanky/2012-2-11.pdf>
- SOUČEK, Jiří. Odpadní rostlinná biomasa jako zdroj energie. [Waste Plant Biomass as Source of Energy]. Komunální technika, 2011, roč. 6, č. 12, s. 30-31. ISSN 1802-2391

### **Kontaktní adresa:**

**Ing. David Andert, CSc.**

Tel. +420 233022225

e-mail: [david.andert@vuzt.cz](mailto:david.andert@vuzt.cz)

**Ing. Zdeněk Abrham, CSc.**

Tel. +420 233022399

e-mail: [zdenek.abrham@vuzt.cz](mailto:zdenek.abrham@vuzt.cz)

**Ing. Milan Herout**

Tel. +420 233022313

e-mail: [milan.herout@vuzt.cz](mailto:milan.herout@vuzt.cz)

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.

Drnovská 507

16101 Praha 6 - Ruzyně

Recenzovali: doc. Ing. B. Čech, Ph.D., doc. Ing. P. Burg, Ph.D.