

# ASPEKTY VYUŽITÍ LNĚNÉHO STONKU PRO VÝROBU PALIVOVÝCH BRIKET

## Aspects of Flax Stalk Utilization for Production of Fuel Briquettes

Jiří Souček, Marie Bjelková, Marek Světlík

### Souhrn

Problematika využívání rostlinné biomasy k energetickým účelům je s postupným rozvojem OZE často diskutovaným tématem na odborné i celospolečenské úrovni. Za pozitivní efekt je považován kladný vliv na životní prostředí a z praktického hlediska možnost získání zajímavých finančních podpor. Argumenty, které zaznívají proti energetickému využívání některých surovin jsou mnohdy racionální, ale někdy při jejich kladení převažuje rovina etiky nebo tradice. Za příklad takové suroviny lze považovat lněný stonek. Lněný stonek, po tisíce let tradičně využívaná surovina, v současnosti nenalézá v podmínkách ČR uplatnění. Pro posouzení reálných možností jeho uplatnění jako biopaliva byla v rámci výzkumné činnosti realizována pokusná výroba spojená s měřením parametrů výroby a vyhodnocením vlastností finálních produktů. V příspěvku je popsána poloproduční výroba palivových briket na bázi lněného stonku a její zhodnocení z technického a environmentálního hlediska.

**Klíčová slova:** Biopaliva, len, bioenergetika

### Abstract

The issues of plant biomass utilization for energy purposes are discussed very often in relation with progressive development of renewable sources of energy both on professional and all-society level. The favourable effect on the environment and as well as, from practical point of view, a possibility to obtain the interesting financial support are considered as a positive matter of fact. The arguments against the energetic utilization of certain raw materials are in many cases reasonable, but sometimes, when these arguments are presented, prevails the questions of ethics and tradition. As an example of such a raw material it is possible to mention flax stalk. This flax stalk, which is traditionally used raw material already thousands of years, doesn't find an utilization at the present time in conditions of the Czech Republic. In order to examine the real possibilities of its utilization as a biofuel, there was realized within the research activity the experimental production associated with measurement of production parameters and evaluation of final product properties, when the flax stalk was modified in the form of so-called „noble fuel“. In this contribution there is described the pilot plant production of fuel briquettes on the basis of flax stalk and evaluation of this production from the technological and environmental point of view.

**Keywords:** Biofuels, flax, Bioenergy

### Úvod

Přítomnost výrobků ze lnu v souvislosti s archeologickými objevy z dávné historie lidstva i počátků české státnosti jsou hmatatelnými důkazy významu lnu a lněných produktů při vývoji společnosti až do našich časů. S ohledem na vývoj lnářství se ale k této komoditě právě v našich časech chováme poněkud macešsky. Produkční plocha přadného lnu vzhledem k rostoucím

celosvětovým zásobám dlouhého i krátkého vlákna postupně klesá. Pokles je částečně nahrazen osevními plochami lnu olejného. Lněné semínko lze na trhu uplatnit zpravidla dobře, ale pro stonky ekonomicky efektivní uplatnění v našich podmínkách není. Zpravidla končí zapravením do půdy s tím, že je využita alespoň jeho hodnota jako hnojiva.

Efektivní uplatnění lněného stonku jako suroviny pro výrobu biopaliv nebo jiné technické uplatnění ale může být cestou jak vylepšit ekonomickou bilanci pěstování lnu a zachránit tak okouzlující pohled na světlemodré nebo bílé pole lnu v době květu i pro příští generace.

Pokud se stanou výsledky publikované v tomto příspěvku alespoň drobným krůčkem pro splnění tohoto cíle, budou se autoři cítit poctěni.

## **Materiál a metody měření**

Výzkumná činnost zaměřená na poloprovodní výrobu briket na bázi lněného stonku a jejich testování byla realizována v rámci řešení výzkumného projektu NAZV č. QI92A143 - *Výzkum vhodných odrůd a nového způsobu zpracování olejného lnu pro nepotravinářské a energetické využití*. Cílem bylo posouzení vyrobených produktů z hlediska mechanických a energetických vlastností.

Výroba briket byla realizována na experimentální briketovací lince VÚZT, v.v.i.. K výrobě briket byl využit stonky olejného lnu odrůdy Amon. Lněný stonky byl briketován v předem stanovených poměrech s dřevní hmotou ve formě hoblin.

Experimentální briketovací linka je složena z řezacího šrotovníku RS 650 s aktivním odsáváním, hydraulického briketovacího lisu BRIKLIS HLS 50 a ručních manipulačních prostředků.

Vlastnosti lněného stonku a hoblin byly stanoveny v agrolaboratoři VÚZT, v.v.i. Důležité vlastnosti použitých materiálů jsou uvedeny v tabulce T01.

*T01.: Vlastnosti použitých surovin.*

vzorek :		hobliny	amon
obsah vody	% hm.	7,75	10,33
spalné teplo	MJ.kg <sup>-1</sup>	19,26	17,23
výhřevnost	MJ.kg <sup>-1</sup>	17,85	16,13
popel	% hm.	0,41	2,67
C	% hm.	49,80	43,69
N	% hm.	0,09	<0,1

Zdroj: VÚZT, 2012

Pro stanovení velikosti částic v lisovaných materiálech byla použita metoda síťové analýzy. Statistickým vyhodnocením byla získána střední velikost částic. Pro hobliny lze střední velikost částic považovat za hodnotu vztahenou k celému vzorku. Částice desintegrovaného lnu byly zčásti ve formě shluků vláken, jejichž fyzické rozměry nebylo možné konvenčními laboratorními metodami stanovit.

V další fázi testování, byly vyrobené brikety podrobeny spalovacím zkouškám. Účelem bylo stanovení vybraných parametrů topných briket na bázi lněného stonku z hlediska přímého spalování a možného využití jako ekologického paliva. Stanovení bylo realizováno jednorázovou zkouškou

Pro účely spalování bylo použito spalovací zařízení na tuhá paliva s ručním přikládáním o instalovaném výkonu 8,3 kW. Měření emisí bylo provedeno přímou metodou měřením pomocí sondy instalované v kouřovodu.

Koncentrace vybraných látek ve spalínách byla stanovena modulárním systémem pro měření emisí TESTO 350 XL. Hodnoty získané měřením byly následně přepočteny na referenční obsah kyslíku 10 %.

Před zahájením měření bylo spalovací zařízení topením uvedeno do provozní teploty a do stabilizovaného režimu, který umožnil dávkovat takové množství paliva, které zajistilo rovnoměrné hoření po dobu nezbytnou pro stanovení vybraných veličin měřením. Klimatické podmínky v místě měření byly ustálené. Teplota nasávaného vzduchu byla v průběhu měření 24,1 až 25,0 °C, tlak vzduchu 969,5 až 970,1 hPa.

## Výsledky

Statistickým vyhodnocením sítové analýzy podle ČSN ISO 9276-1:1994 byla stanovena střední délka částice hoblin 3,92 mm a lněného stonku 12,3 mm.

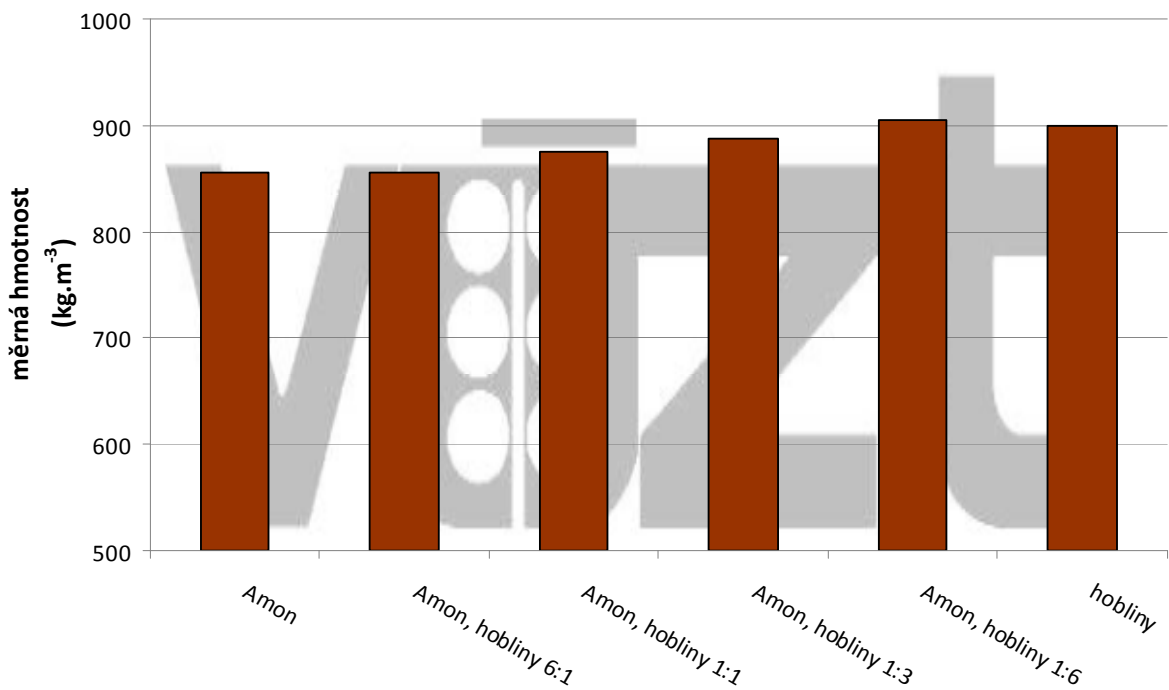
Nadrcený stonek byl slisován do formy briket spolu s hoblinami v poměrech 1:1, 1:6, 1:3 a 6:1. Jako kontrolní vzorky byly vyrobeny brikety pouze z hoblin a pouze ze lněného stonku. V tabulce T02 je uvedena výkonnost a měrná spotřebovaná energie při výrobě jednotlivých vzorků. Uvedené hodnoty je třeba vzhledem k poloprovoznímu charakteru zařízení nutně vnímat jako údaje využívané pro porovnání parametrů různých směsí. V případě zpracování na provozní komerční lince bude výkonnost vyšší úměrně instalovanému výkonu a měrná spotřebovaná energie bude nižší. Tabulka T04 rovněž obsahuje hodnoty energetických parametrů vyrobených briket.

**T02.:** Výsledky lisování lněného stonku zkoumaných vzorků na briketovací lince VÚZT.

	měrná spotřeba	výkonnost	popel	obsah vody	výhřevnost
	(kW.t <sup>-1</sup> )	(kg.h <sup>-1</sup> )	(%)	(%)	(MJ.kg <sup>-1</sup> )
hoblíny	62,18	32,28	0,41	7,75	17,85
Amon, hoblíny 1:6	81,62	29,10	0,73	8,12	17,55
Amon, hoblíny 1:3	82,78	27,35	0,98	8,40	17,32
Amon, hoblíny 1:1	76,92	31,74	1,54	9,04	16,80
Amon, hoblíny 6:1	84,71	22,17	2,35	9,96	16,05
Amon	77,60	33,02	2,67	10,33	15,76

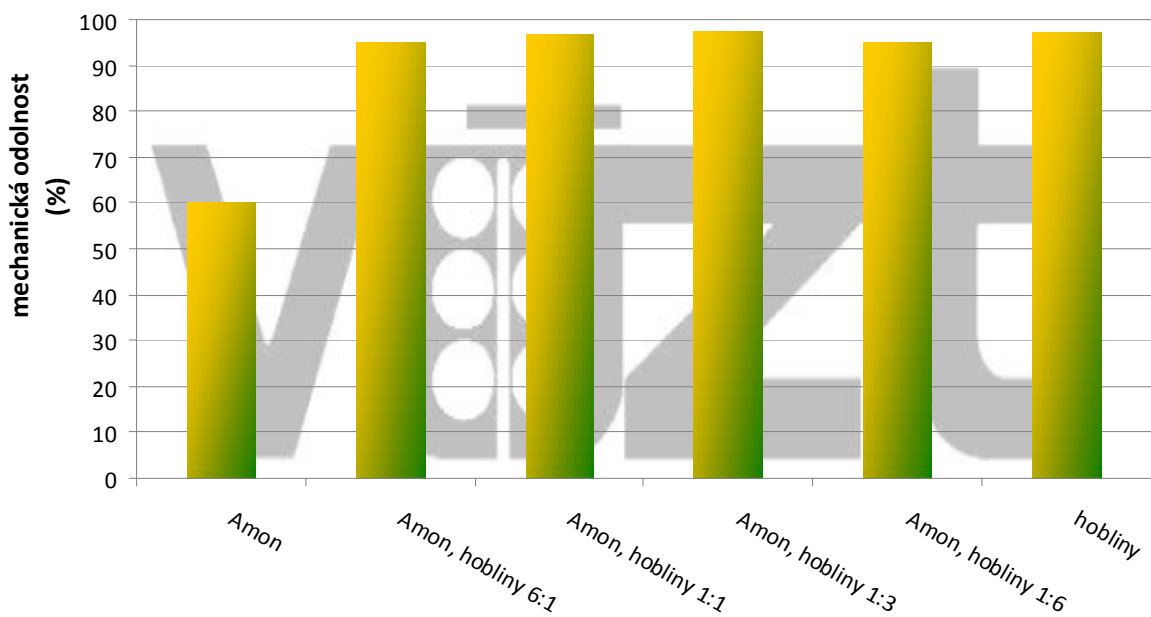
Zdroj: VÚZT, 2012

U vyrobených briket byly stanoveny mechanické vlastnosti. Vzorky vyrobeného paliva byly odebrány v souladu s ČSN 44 1309:1990. Byly podrobeny zkoušce na mechanickou odolnost dle ČSN EN 15210-2 a objemově-gravitační metodou byla stanovena jejich měrná hmotnost. Výsledky rozborů jsou graficky znázorněny na obrázcích 1 a 2. Zkoušky na mechanickou odolnost byly realizovány na mechanickém zařízení v rámci spolupráce s Technickou fakultou ČZU.



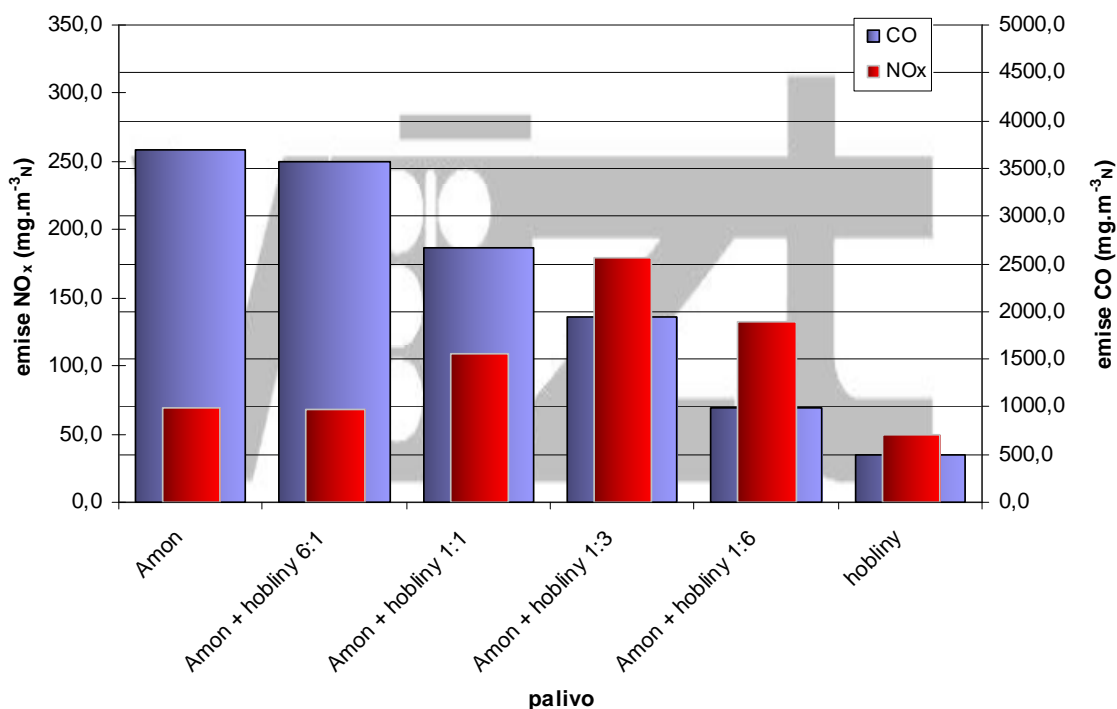
Obr. 1.: Měrná hmotnost vyrobených briket

Měrná hmotnost briket (viz obr 1) ze směsných vzorků se pohybuje v rozmezí 856 - 905 kg.m<sup>-3</sup>, což je při využití hydraulického lisu velmi dobrý výsledek.



Obr. 2.: Mechanická odolnost vyrobených briket

Z grafu na obrázku 2 je zřejmé, že mechanická odolnost směsných briket (94,14 - 97,44 %) je stejně jako měrná hmotnost vyšší než-li je tomu u briket vyrobených pouze ze lněného stonku (60,30 %). Průměrný obsah emisí CO a NO<sub>x</sub> zkoumaných vzorků přepočtený na referenční obsah O<sub>2</sub> 10% je graficky znázorněn na obrázku 3.



Obr. 3: Průměrné koncentrace emisí CO a NO<sub>x</sub> ve zkoumaných vzorcích přepočtené na referenční obsah kyslíku 10 %.

Při spalovacích zkouškách nebyly u žádného vzorku překročeny limitní hodnoty pro malé spotřebiče dle Nařízení vlády č. 352/2002 v průměru ani skokově.

### Závěr a diskuze

Z hlediska emisí CO měl přídavek hoblin do lisovací směsi pozitivní vliv. Vyšší obsah hoblin měl za následek nižší obsah emisí CO ve spalinách. Při směsném poměru len + hobliny v poměru 1:6 došlo ke snížení emisí CO o 73,1 %. Pro emise NO<sub>x</sub> platí zpravidla opačný poměr. Vyšší poměr hoblin emise NO<sub>x</sub> (s výjimkou poměru 1:6) zvyšoval.

Ze získaných údajů vyplývá, že výroba lisovaných paliv na bázi lněného stonku ve směsi s dřevní hmotou má vliv na tvorbu emisí, který ale z praktického hlediska není tak významný jako vliv na mechanické vlastnosti. Z hlediska měrné hmotnosti briket měl u zkoumaných vzorků vyšší poměr dřevní hmoty pozitivní vliv. Z hlediska mechanické odolnosti byl nejvyšší pozitivní rozdíl zaznamenán mezi briketami lisovanými pouze ze stonku a briketami lisovanými ve směsi 1:3 s dřevní hmotou. Další zvyšování podílu dřevní hmoty již statisticky významné zlepšení mechanické odolnosti nepůsobilo.

Na základě získaných údajů lze konstatovat, že výroba briket na bázi lněného stonku je prakticky uplatnitelná při lisování ve směsi s dřevní hmotou ve formě hoblin. Tímto způsobem lze vyprodukovat brikety využitelné jako palivo z hlediska fyzikálních i energetických vlastností finálního produktu.

Z environmentálního hlediska je využití biomasy jako zdroje energie i přes stále častější diskuze napříč společnostmi považováno za efektivní způsob náhrady zdrojů neobnovitelných. Zároveň

je nutné vnímat jako významný fakt hodnotu suroviny z hlediska, obsahu cenných látek využitelných v přírodním koloběhu. Například jedna tuna (sušiny) lněného stonku obsahuje více než 90 % organické hmoty. Z toho je přibližně 450 kg uhlíku, 1,5 kg síry, 1 kg dusíku. Dále lněný stonek obsahuje i jiné prvky významné pro své hnojivé účinky a stopové prvky důležité z hlediska růstových vlastností rostlin i potravinářské produkce. Při vyčíslení obdobného množství živin například ve formě kompostu lze uvažovat o ceně jedné tony v rozmezí 400 - 600 Kč. V případě využití popela jako hnojiva lze část těchto prvků opětně využít, ale přesto by se tato skutečnost mohla v případě obchodování se surovinou v oblasti energetického a technického využití projevit v podobně minimální ceny. V oblasti konkurenčních syntetických vláken, která tyto hodnotné vlastnosti postrádají a po využití se stávají nepotřebným odpadem by měla být vyjádřena například jako náklady potřebné na likvidaci.

V příspěvku jsou použity dílčí výsledky řešení projektu projektu NAZV č. QI92A143 - *Výzkum vhodných odrůd a nového způsobu zpracování olejného lnu pro nepotravinářské a energetické využití.*

#### **Použitá literatura:**

BLAŽEJ, David a Jiří SOUČEK. Solid biofuels types from linseed stems comparison. *In: Engineering for Rural Development: the Fifth International Scientific Conference*. Jelgava, 24.-25.05.2012. Kaunas, Litva: Latvia University of Agriculture, 2012, s. 434-437. ISSN 1822-3230.

ČSN 44 1309:1990 Tuhá paliva – odběr, úprava vzorků a mechanické zkoušky briket

ČSN ISO 1171:2001 Tuhá paliva – stanovení popela

ČSN ISO 2395:1994 Zkušební síta a prosévání – terminologie

ČSN ISO 9276-1:1994 Vyjadřování výsledků analýzy velikosti zrn

VONDRÁŠKOVÁ, Šárka.: Výzkum nových možností využití lnu v Kanadě, *Top CropManager*, vol. 38, 2012, č. 11, s. 33

#### **Adresy autorů:**

1) Ing. Jiří Souček, Ph.D., Ing. Marek Světlík, Ph.D., Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Drnovská 507, Praha 6, CZ, [jiri.soucek@vuzt.cz](mailto:jiri.soucek@vuzt.cz)

2) Ing. Marie Bjelková, Ph.D., Agritec Plant Research, s.r.o., Zemědělská 2520/16, 787 01, Šumperk, CZ, [bjelkova@agritec.cz](mailto:bjelkova@agritec.cz)