

# VÝROBA BRIKET ZE STARÉHO PAPÍRU – VÝUKOVÝ PROGRAM

## MANUFACTURE OF BRIQUETTES FROM WASTE PAPER – EDUCATIONAL SOFTWARE

Aleš KŘIVÁNEK

### **Resumé**

*Námětem této práce bylo vytvoření vhodného postupu výroby papírových briket s ohledem na 2. Stupeň základní školy. K tomu účelu byl zkonstruován i lis na výrobu těchto briket. Součástí práce bylo také vytvoření výukového programu v podobě internetových stránek, které jsou doplněny i o instruktážní videa postupu výroby. Součástí práce bylo také praktické měření emisí a několik pokusů, které jsou realizovat na základní škole. Ověřili jsme si, že výroba takovýchto briket je možná a že výsledný produkt lze použít pro vytápění. Musíme ovšem dodržet určitá pravidla pro výrobu i výběr surovin, která jsou zmíněna dále v práci.*

### **Abstract**

*The theme of this work was to develop a suitable manufacturing process of paper briquettes with respect to Primary School. The press has been designed to produce the briquettes. The work was also a tutorial in the form of web pages that are added as well as instructional video production process. In the work was also part of practical emission measurements and several experiments which we can realize on an elementary school. We have verified that the production of such briquettes is possible and that the resulting product can be used for heating. We have to meet certain rules for production and selection of raw materials, which are mentioned in the work.*

### **ÚVOD**

Když si prohlédneme ŠVP základních škol, zjistíme, že většina z nich, a to hlavně ve větších městech, klade důraz na Enviromentální výchovu, a to nejlépe napříč mezi různými předměty. Mě bude samozřejmě nejvíce zajímat Technická výchova, která je mojí aprobací. V dnešní době docházejících zásob všemožných zdrojů je velice aktuální, aby měli žáci přehled o tom, jak lze s odpady dále nakládat a jak je můžeme přetvořit v něco dalšího. Zbytkový papír můžeme nejen recyklovat, ale i využít například na topení. Proto jsem se rozhodl realizovat projekt „Domácího lisu na brikety“. Ten totiž používá starý papír (hlavně tedy kartony apod.). Přidat se ale i dají různé další ekologické součásti (odpadové dřevo, piliny), které zároveň dobře hoří. A jsem opravdu rád, že se mi podařilo zajistit také měřící aparaturu pro měření emisí ve spalinách. To nám ukázalo celkem zajímavé výsledky.

Cílem tohoto projektu je, aby si žáci osvojili to, že je důležité se chovat ekologicky a spalovat pouze ty správné materiály, které neprodukují nebezpečné toxiny. Navíc získají přehled o tom, jak může být složité a pracné vytvořit teplo tolik potřebné pro život.

### **KDY PROJEKT USKUTEČNIT**

Osobně bych tedy celý tento projekt uskutečnil v rámci výuky na pozemcích v 7. třídě na jaře, kdy nám při prořezávání stromů a keřů na pozemku vzniká mnoho odpadových dřevin, s kterými je třeba nějak naložit. Samotný proces výroby je zdoluhavý a časově dosti rozkouskovaný, proto ho navrhuji realizovat ve formě projektové výuky, která jde napříč třídami a možná i ročníky.

Žáci by tedy napřed v jedné hodině prostřihali dřeviny, které by poté nalámali na malé části, k nim by se přidal natrhaný papír a celá směs by se ve vodě rozdrtila pomocí přípravku na vrtačce, ale napřed se musí nechat 24 hodin nechat rozmočit. Zde bude důležitý dohled učitele. Další skupina by vytvořila brikety, které se musí nechat vysychat minimálně týden. Takto by se postupovalo ve více skupinách. Každá skupina by si mohla vytvořit vlastní směs pro briketu a poté by mohly navzájem porovnávat výhřevnost či dobu hoření pro každý druh. Fantazii se meze nekladou. Zde záleží pouze na učiteli, jaké má k dispozici technické prostředky a kam je ochoten zajít.

## KONSTRUKCE LISU

Na obrázku dále můžete vidět základní součásti lisu. K nim musíme ještě připočíst elektrickou vrtačku a speciální násadu na ni sloužící k rozdrčení papíru.



Obrázek 1: Součásti lisu

Snažil jsem se vytvořit lis co možná nejjednodušší, zároveň ale dostatečně funkční. Problém všech lisů na internetu byla potřeba vyvinutí velké síly pro stlačení náplně (realizováno pomocí přepákování). Zde ovšem narážíme na problém nedostatečné síly žáků na základní škole. Proto jsem místo páky použil automobilový hever, který je snadno dostupný a jím vyvinutá síla je pro naše použití více než dostatečná. Jinak je konstrukce velice jednoduchá za použití odpadových materiálů (trubky, kovový válec, apod.). Konstrukce je ale pořád dosti složitá na to, aby ji vytvořili žáci sami, proto si lis již předem vyrobíme a s žáky ho budeme pouze používat.

## VYTVOŘENÍ SMĚSI A LISOVÁNÍ



Obrázek 2: Natrhaný rozmočený papír a již hotová směs

Všechny papíry jsem natrhal na menší kusy. Do směsi můžete přidat i dřevěné piliny. To dokonce doporučuji udělat. Brikety pak lépe drží pohromadě a lépe a déle i hoří. Navíc neprodukuje tolik emisí. To vše jsme si na konci měřením ověřili, ale nebudu předbíhat. Dřevěných pilin můžeme přidat až 30% hmotnosti celé směsi. Dohlédneme na to, aby byly všechny části řádně ponořené do vody. Teď doporučuji nechat směs řádně rozmočit, ideální se ukázalo cca 24 hod. Dá se říci, že čím déle, tím lépe. Brikety poté lépe drží pohromadě a jdou lépe slisovat.



Obrázek 3: Připraveno k lisování

1. Rám lisu si dáme na vhodný kýbl tak, aby na něm pevně stál.
2. Do rámu vložíme válec a do něho lisovací část, na kterou nasadíme mřížku
3. Nalijeme směs do válce cca 5 cm pod okraj

4. Nasadíme víko a celý válec otočíme v rámu
5. Nakonec vložíme automobilový zvedák a můžeme začít lisovat...

## **HOTOVÁ BRIKETA**

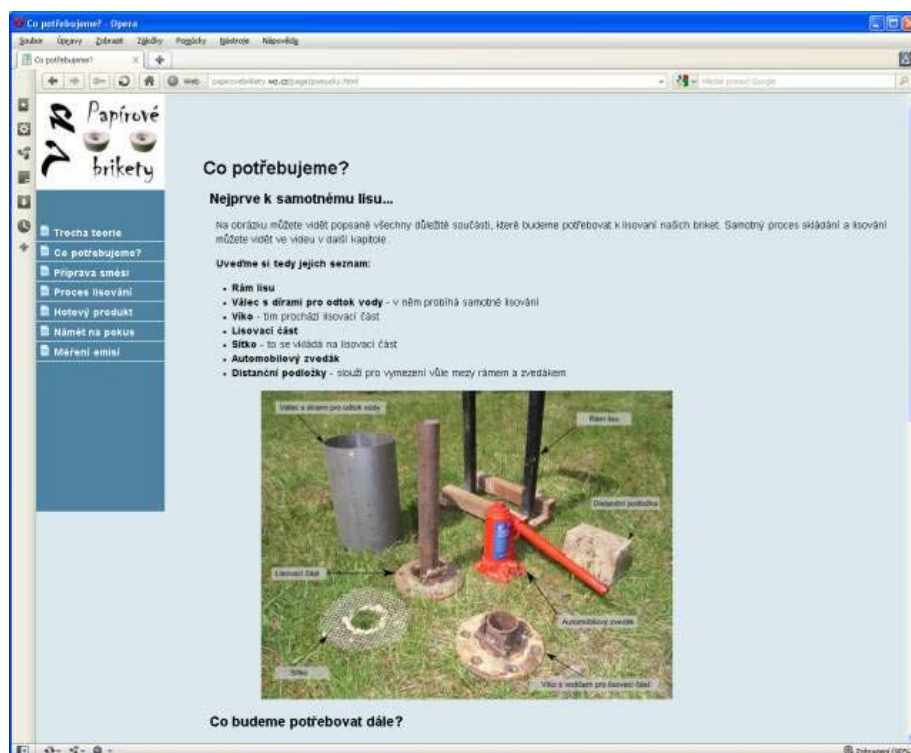
Po vylisování můžeme briketu vyjmout z válce, sundat z ní víko a mřížku a nechat ji na nějakém suchém místě a teplém místě vyschnout. Nejrychlejšího vyschnutí dosáhneme za teplého a suchého počasí. Ale v každém případě musíme počítat minimálně s týdnem. Při sundávání víka musíme postupovat opatrně, abychom briketu neroztrhli či jinak nepoškodili. V mokřém stavu je ještě křehká.



Obrázek 4: Hotová a vysušená briketa

## **VÝUKOVÝ PROGRAM**

Už od začátku jsem počítal s tím, že na celý postup výroby vytvořím také výukový program. V mém případě jsem napsal internetové stránky, kde jsem uvedl pro studenty důležité teoretické základy o možnostech domácího vytápění. Dále jsem již pokračoval samotným procesem výroby brikety od výběru správného materiálu přes lisování až po návrhy na různé pokusy a měření. Na stránkách se nachází mnoho fotografií a nejdůležitější procesy jsem doplnil o komentované videoukázky. Všechna videa jsou uložena na serveru Youtube. Samotné stránky mají adresu [papitovebrikety.wz.cz](http://papitovebrikety.wz.cz).



Obrázek 5: Náhled na www stránky s výukovým programem

## POKUSY A MĚŘENÍ EMISÍ

### Pokus s uvařením 500 ml vody

Je důležité, abychom pro všechny pokusy a měření stanovili co možná nejobjektivnější podmínky. Samozřejmě ne všechny vedlejší vlivy lze zcela vyloučit, ale můžeme se o to alespoň pokusit.

Budeme tedy chtít pomocí naší brikety ohřát 500 vody. Budeme k tomu tedy potřebovat nějaká vhodná kamna, v kterých nejprve rozděláme oheň a necháme je zahřát. Dřevo necháme odhořet a poté přiložíme naši testovanou briketu. Necháme ji chytit (cca 5 minut) a začneme s experimentem. V mém případě měla voda v počátečním stavu teplotu 20,1 °C a ohřátí do bodu varu trvalo 7 minut a 17 vteřin. Měřený vzorek byla briketa z kartonu s příměsí pilin.

Zde přikládám další měřené vzorky:

- Briketa z kartonu s pilinami – bod varu 7 min 17 vteřin, doba hoření cca 42 min
- Briketa pouze z kartonu - bod varu 7 min 55 vteřin, doba hoření cca 34 min
- Briketa z papíru - bod varu 6 min 18 vteřin, doba hoření cca 22 min

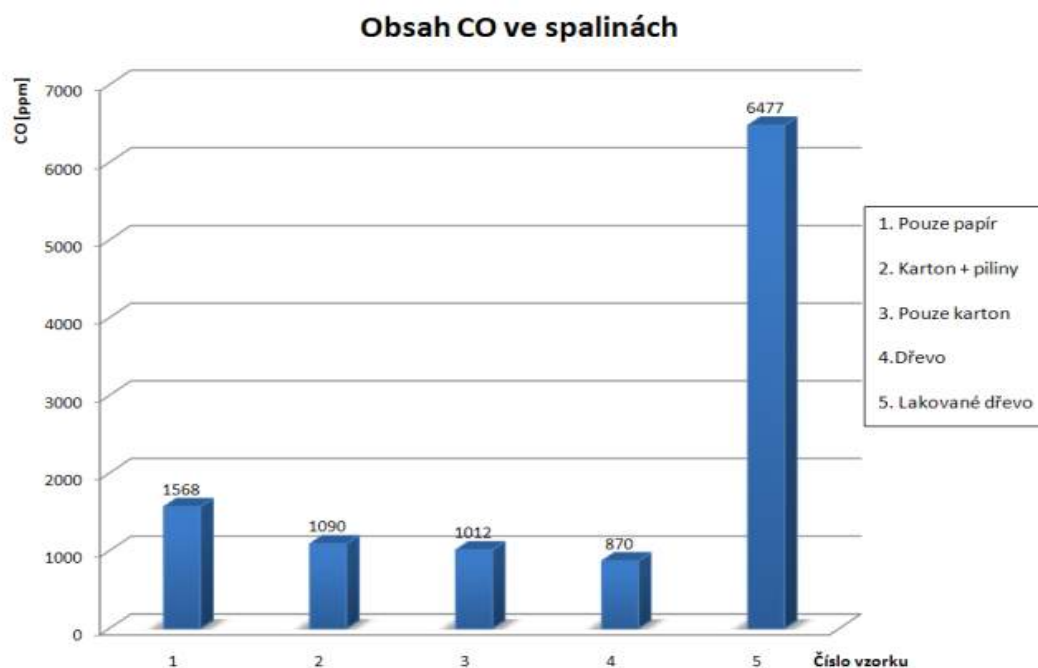
### Měření emisí

Jednalo se o profesionální aparaturu pro měření zplodin obsažených v plynu. Výrobce je firma Madur. Tento analyzátor je schopen měřit obsah oxidů dusíku, CO, CO<sub>2</sub> NO a SO<sub>2</sub>. Dále je schopen změřit obsah kyslíku v kouři, dále také teplotu kouře, účinnost a komínovou ztrátu.

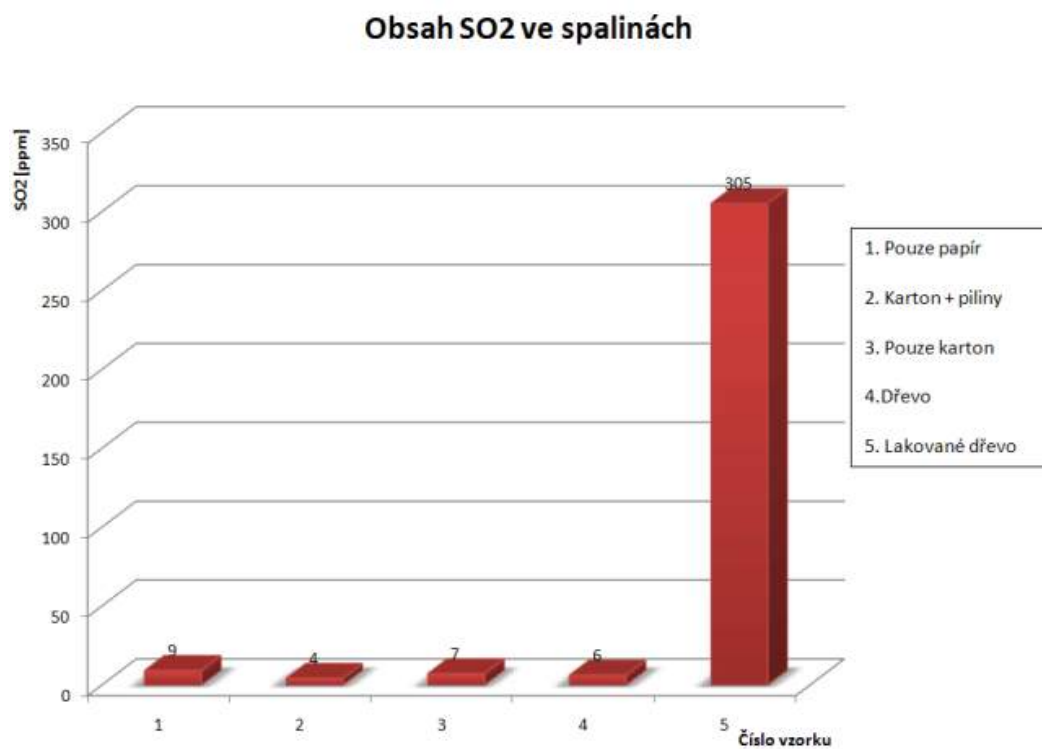
Celkově jsme měřili emise pro 5 vzorků:

1. Briketa vyrobená pouze z kancelářského papíru spolu s papírem s různými pojivky (krabičky od čaje apod.)
2. Briketa vyrobená z kartonového papíru s obsahem dřevěných pilin
3. Briketa vyrobená pouze z kartonového papíru
4. Smrkové dřevo o podobné hmotnosti
5. Poslední vzorek jsme zařadili pro názornost, aby všichni dobře viděli, jak je důležité vybrat si správné palivo, jedná se tedy o dřevo, které je nalakováno či namořeno silnou vrstvou laku.

Číslo vzorku	1	2	3	4	5
CO [ppm]	1568	1090	1012	870	6477
SO <sub>2</sub> [ppm]	9	4	7	6	305
NO <sub>x</sub> [ppm]	11	24	15	43	29
CO <sub>2</sub> [%]	1,12	3,09	1,1	3,52	6,42
Účinnost [%]	44	65	45	63	70



Obrázek 6: Obsah CO ve spalinách všech testovaných vzorků



Obrázek 7: Obsah SO2 ve spalinách u všech testovaných vzorků

## **ZÁVĚR**

Na grafech lze jasně odečíst, že hodnoty CO i SO<sub>2</sub> jsou u všech vzorků podobné. Pouze pátý se jim vymyká, a to opravdu o hodně, skoro o řád. Je to z důvodu obsahu zdraví škodlivých složek v barvách a mořidlech, které jsou i vysoce hořlavé. Na tom je krásně vidět, jak moc poškozujeme ovzduší v našem okolí, pokud topíme takovýmto dřevem. Je důležité, aby bylo palivo, kterým topíme, vždy bez cizích příměsí!

Abych se přiznal, u papírových briket jsem byl výsledky mírně zklamán. V grafu lze odečíst, že hodnotu CO má nejlepší samotné dřevo (870 ppm). Nejlepší z briket byl vzorek č. 3 s hodnotou 1012 ppm. Za ním je těsně vzorek č. 2 s hodnotou CO 1090 ppm. Nejhorší se ukázal vzorek 1 z kancelářského papíru. Ten už má hodnoty opravdu vysoké, tudíž podle naměřených výsledků nedoporučuji toto jako surovinu používat. Vlastnosti hoření byly také ze všech vzorků nejhorší (obsah SO<sub>2</sub> a účinnost). Celkově špatné vlastnosti tohoto vzorku přisuzuji přítomnosti většího množství různých pojidel a barev v papíru.

Když se podíváme na všechny naměřené hodnoty, nejlépe nám z briket vychází vzorek č.2. Sice nemá nejlepší hodnoty CO, ale ze všech vzorků má nejlepší účinnost (65%) a zároveň nejmenší obsah SO<sub>2</sub> (4 ppm). Ze všech vzorků také hořel nejdéle (42 minut).

Dřevo má sice nejmenší hodnotu CO, ale hořelo nejmenší dobu a navíc mělo ve spalnách velké množství oxidů dusíků.

Z důvodu náročnosti výroby bude obtížné používat papírové brikety jako primární topidlo. Ale jeví se jako vhodný doplněk ke stávajícím palivům. Zde záleží jen na nás, kolik briket budeme schopni vyrobit. Ale rozhodně prokázaly svoje kvality, jsou výhřevné, dlouho hoří a při dodržení správného postupu výroby jsou i šetrné k životnímu prostředí.

## **LITERATURA**

1. DUFKA, Jaroslav . Topíme pevnými palivy. Praha : BEN, 2003. 112 s.
2. KABELE, Karel. Energetické a ekologické systémy 1. Praha : ČVUT, 2007. 281 s.
3. PETRÁŠ, Dušan. Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie. Praha : JAGA, 2008. 216 s.