

Dřevoplynová kamna z plechovky

Tomáš Milář

Katedra fyziky, PdF MU v Brně

Abstrakt

Na semináři v Náchodě 2010 měli účastníci možnost si vyrobit jednoduchá dřevoplynová kamínka a uvařit čaj. Konstrukce kamen je poměrně jednoduchá, lze je vyrobit ze tří plechovek asi za půl hodiny. Jako palivo slouží jakákoliv suchá biomasa. Zahřátím biomasy se uvolňuje dřevoplyn, který se mísí s čerstvým vzduchem a v horním prostoru kamen se spaluje. Plamen lze využít k vaření a po zhasnutí v kamnech zůstává nespálený uhlí, který pak můžeme použít ke grilování nebo pro jiné účely. Přidáním uhlí do půdy lze odebrat CO₂ z atmosféry a současně vylepšit kvalitu půdy. Tuto technologii jsme se žáci ZŠ Křídlovická prezentovali na GLOBE Games 2010 ve Svitavách.

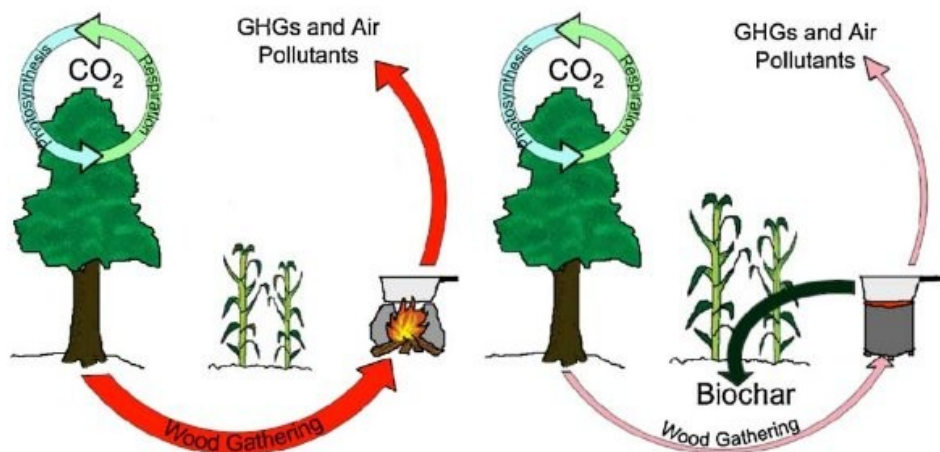
Úvod

Před objevem fosilních paliv bylo dřevěné uhlí významným zdrojem energie pro vaření a vytápění domů. I dnes je dřevěné uhlí velice populární v rozvojovém světě pro svou velkou výhřevnost, snadný transport a skladovatelnost. Stejně jako kdysi v Evropě, poptávka po něm vede v rozvojových zemích k masivnímu odlesňování [1]. Při tradiční produkci dřevěného uhlí v milířích se odpadní teplo z pyrolýzy nevyužívá a uvolněný dřevoplyn uniká do ovzduší. Přitom v Africe se nejčastěji vaří na otevřeném ohništi ze tří kamenů, na kterých leží hrnec. Tento způsob spalování dřeva je velice neefektivní, a jen malá část energie je skutečně využita k vaření. Nahrazení tří-kamenného ohniště jednoduchými hliněnými kamny uspoří asi dvě třetiny palivového dříví. Existuje však jednoduchá konstrukce kamen, která v jediné zařízení spojuje účinná kamna na biomasu a milíř pro produkci uhlí. Zahřátím biomasy v prostoru kamen se uvolňuje dřevoplyn, který se spaluje využívá se pro vaření. Jakmile plamen zhasne, vysypeme z kamen kvalitní uhlí, jenž lze použít k dalšímu vaření nebo pro jiné účely. Vařič z plechovek popsán v tomto dokumentu poskytuje plamen po dobu asi 20 minut.



Obr. 1 - Vaření na dřevoplynovém vařiči z plechovek v Keni, 2010

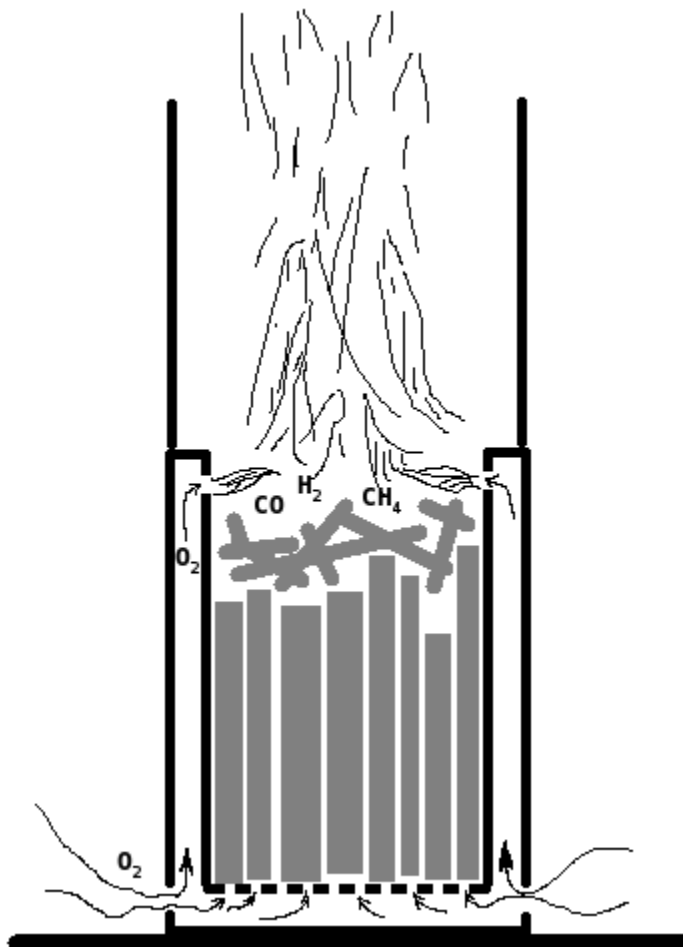
V posledních asi deseti letech pro uhlí z biomasy se začal používat nový pojem „biouhel“ (z angl. biochar) [2]. Původní surovinou nemusí být nutně dřevo, ale zuhelnatět lze prakticky jakoukoliv biomasu (např. zbytky ze zemědělské produkce nebo drůbeží trus). Při pyrolýze asi polovina uhlíku obsaženého v biomase přejde do atmosféry, druhá polovina zůstane uložena ve formě uhlí. Přidání jemnozrnného biouhlu do zemědělské půdy vede ke zlepšení fyzikálních vlastností půdy a k vyšším výnosům [3]. Navíc takovýto elementární uhlík v půdě představuje trvalé úložiště uhlíku, jenž byl ještě nedávno v atmosféře ve formě CO_2 . Tato technologie je „win-win-win“ řešením (tedy něco jako 3 mouchy jednou ranou): 1. umožňuje úsporné využívání palivového dříví (nebo odpadní biomasy) pro vaření, 2. napravuje kvalitu zemědělské půdy vyčerpané intenzivním obděláváním, 3. prostřednictvím fotosyntézy odčerpává z atmosféry skleníkový plyn CO_2 a má potenciál významně zmírnit rychlost antropogenních klimatických změn [4].



Obr. 2 - Schéma znázorňující běžný způsob vaření a zemědělství v rozvojovém světě (vlevo) a využití biouhlu (vpravo) [3].

Popis funkce kamen

Do vnitřního prostoru kamen naskládáme suchá dřívka orientovaná svisle, aby mezi nimi mohl volně proudit vzduch. Navrch nasypane trochu třísek, které se snadněji podpalují. Delší klacíky je lépe rovnat uprostřed, aby nezablokovaly otvory pro přívod kyslíku. Drobné suché třísky lze zapálit i přímo, jistější je ale stříknout na povrch třísek trochu podpalovače (např. lampový olej). Horní vrstvu paliva zapálíme sirkou a ihned připevníme komín pro zvýšení tahu. Po rozhoření se na povrchu vytvoří vrstva žhavých uhlíků, od nichž se postupně teplo předává směrem dolů. Zahřátím dřeva se uvolní dřevoplyn, jehož hořlavé složky CH_4 , H_2 a CO se mísí s kyslíkem přiváděným dutou stěnou a vznítí se. Proto pozorujeme plameny šlehající z vnitřních otvorů nad palivem, nikoliv z paliva samotného. Pro přímé hoření paliva není ve vnitřním prostoru dostatek kyslíku a biomasa se přeměňuje na uhlí. Díky silnému komínovému efektu je hlavní tah vzduchu dutou stěnou, vnitřním prostorem prochází jen tolik vzduchu, kolik je nezbytné pro nahrazení stoupajícího dřevoplynu.



Obr. 3 - Schéma dřevoplynových kamen

Postup výroby kamen z plechovek

Materiál:

- vnější stěna (plechovka od psiho žrádla - průměr 100 mm, výška 175 mm),
- vnitřní stěna (plechovka od párků - průměr 85 mm, výška 164 mm),
- komín (stejná plechovka od psiho žrádla nebo nižší plechovka např. od broskví - průměr 100 mm, výška 118 mm)

Nářadí: vrtačka, vrták průměr 8 mm a 5 mm, nůžky na plech, půlkulatý pilník, kladivo

Připravíme si tři prázdné čisté plechovky, ze kterých zhotovíme vnitřní a vnější stěnu vaříče a komín.



Obr. 4 – Rozložená kamna (zleva: vnitřní stěna, vnější stěna a komín)

Vnitřní stěnu vyrobíme z plechovky od psího žrádla, kterou lze jednoduše otevřít zatažením za očko. Po obvodu na otevřeném konci plechovky vyvrtáme asi 10 otvorů průměru 8 mm. Dále na dně plechovky naměříme kružnici podle průměru vnitřní plechovky. Kružnici odvrtáme a vystříháme nůžkami na plech, nerovnosti odstraníme pilníkem. Kruhový otvor by neměl být větší než průměr vnitřní plechovky.



Obr. 5 – Vnější stěna

Vnitřní stěnu vyrobíme z plechovky od párků. I ta se obvykle otevírá zatažením za očko. Po obvodu na otevřeném konci plechovky vyvrtáme asi 10 otvorů průměru 8 mm. Do dna plechovky vyvrtáme asi 30 otvorů o průměru 5 mm. Počet a velikost otvorů byl navržen empiricky, tah vzduchu je ovlivněn také velikostí dřivek a jak je palivo naskládáno. Aby bylo možné tuto plechovku prostrčit připraveným otvorem ve větší plechovce, je třeba její dno po obvodu sklepat kladivem.



Obr. 6 – Vnitřní stěna

Nyní můžeme obě plechovky spojit. Vnitřní plechovku protlačíme připraveným otvorem (podle obr. 7), až se zarazí svým okrajem. Pokud jsme průměr otvoru vypilovali přesně do kruhového tvaru, vnitřní plechovka by měla držet pevně.



Obr. 7 – Spojení vnější a vnitřní plechovky

Komín vyrobíme z plechovky od broskví nebo lze použít další plechovku od psiho žrádla, která je vyšší (vyšší komín zajistí silnější tah). Jeden konec plechovky otevřeme běžným otvírákem. Aby komín dobře seděl při položení na kamínka, plechovku na druhém konci odvrtáme, vystříháme nůžkami na plech a zapilujeme půlkulatým pilníkem. Tím vznikne po obvodu úzký prstenec, který zajistí dobrou stabilitu komínu.



Obr. 8 – Výroba komínu

Komín lze volně posadit na zúžený konec vnější plechovky, není potřeba žádný spojovací materiál.



Obr. 9 – Osazení komínu

Postup výroby kamen z nerezové nádoby

Další možností je použít k výrobě kamen dvouplášťovou nerezovou nádobu, která se prodává jako termoska na led pro chlazení vína. Vhodnou nádobu o průměru 122 mm a výšce 198 mm prodává v současnosti nákupní řetězec TESCO v oddělení kuchyňských potřeb (jednotlivé kusy se v rozměrech poněkud liší – co kus, to originál).



Obr. 10 – Nerezové nádoby na led

Tento vaříč poskytuje silný plamen po dobu asi 30 minut v závislosti na druhu a naskládání paliva. Komín lze vyrobit z běžné komínové roury. Hrncík pak postavíme přímo na komín.



Obr. 11 – Vaříč z nerezové nádoby

V dolní části nádoby vyvrtáme do vnějšího pláště asi 10 otvorů o průměru 8 mm. Nerezová ocel je velice tvrdý materiál, proto je vhodné pracovat v dílně se sloupovou vrtačkou. Vrták je třeba průběžně mazat olejem.



Obr. 12 – Sací otvory ve vnějším plášti

Vrtákem 5 mm naděrujeme dno a horní obvod vnitřního pláště (podle obr. 13). Může být obtížné vejít se s vrtačkou do vnitřního prostoru nádoby. Proto jsme nuceni vrtat pod různými úhly, a hrozí zlomení vrtáku. Rozhodně nedoporučuji používat vrtačku bez stojanu.



Obr. 13 – Otvory ve vnitřním plášti

Komín má mít o něco větší průměr než nerezová nádoba. V komínové rouře vyřízneme pilkou na kov 4 otvory pro únik kouře, a zachováme 4 podpěry pro hrnec. Na spodní části vystříháme 4 proužky, které zahneme dovnitř (podle obr. 14). Tyto proužky budou sloužit jako zářežky, na kterých komín stojí na horním okraji nerezové nádoby.



Obr. 14 – Komín

Pro přepravu kamen je vhodné pořídit si ještě komínovou zástlepku, kterou lze komínovou rouru uzavřít. Toto měděné víčko lze také použít jako plotýnku, čímž se hrnec ochrání před očouzením, bohužel se tím také zpomalí vaření.



Obr. 15 – Komínové víčko

Pro přepravu lze nerezovou nádobu zasunout do komínové roury a uzavřít víčkem. Tím zredukujeme objem kamen natolik, aby se pohodlně vešly do batohu.



Obr. 16 – Složená kamna

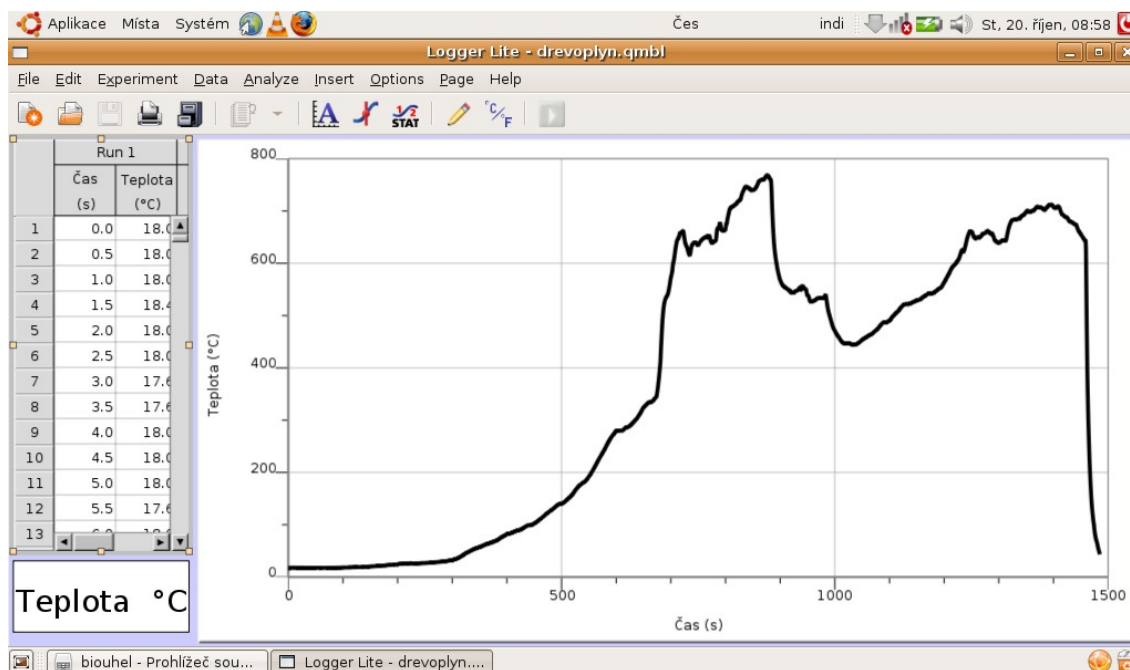
Měření teploty pyrolýzy stanicí Vernier

Na semináři Heuréky v Náchodě jsme provedli měření teploty ve vnitřním prostoru vařiče pomocí stanice Vernier a čidla teploty do 1400 °C. Jako palivo bylo použito smrkové dřevo, hoření probíhalo po dobu 24 minut a nejvyšší dosažená teplota byla 768 °C.



Obr. 17 - Měření teploty ve vnitřním prostoru kamen pomocí stanice Vernier
(foto: Jakub Jermář)

Na následujícím snímku je graf průběhu teploty zobrazený v programu Logger Lite. Teplotní čidlo bylo vsunuto do prostoru mezi dřívka otvorem ve střední části vaříče. Protože zahřívání paliva a jeho pyrolýza postupuje směrem dolů, byl i počáteční nárůst teploty ve středu vaříče pozvolný. Po zhasnutí plamene bylo čidlo vytaženo z prostoru kamen, což vysvětluje prudký pokles teploty v závěru měření.



Obr. 18 - Záznam průběhu teploty během 25 minut provozu

Využití ve výuce

Dřevoplynová kamna z plechovek jsme vyráběli v přírodovědně-technickém kroužku Pokustón v rámci SVČ Legato v Brně. Pro GLOBE Games 2010 ve Svitavách jsme se žáky ZŠ Křídlovická připravili aktivitu s názvem „Vraťme uhlík zemi!“. Návštěvníci GLOBE festivalu měli za úkol na našem stánku prohlédnout si vzorky biouhlu a určit, co bylo původní biomasou (různé druhy dřeva, oříšky, šišky apod.).



Obr. 19 - Prezentace vzorků biouhlu na GLOBE Games 2010 ve Svitavách

Literatura

- [1] Ahrends, A., 2010. *Predictable waves of sequential forest degradation and biodiversity loss spreading from an African city*. PNAS 107, 14556–14561
- [2] Hollan, J., Klusák, V., 2009, *Biouhel, naše stéblo naděje*, Veronica č. 5, str. 9.
- [3] Lehmann, J., Whitman, T., 2009. *Biochar - One way forward for soil carbon in offset mechanisms in Africa?*. Environmental science & policy 12, 1024–1027.
- [4] Lehmann J. , 2007. *A handful of carbon*. Nature 447, 143-144.