



Středoškolská technika 2013

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

POROVNÁNÍ KOTLŮ NA BIOMASU PRO RODINNÝ DŮM

Petr Dostál

Střední průmyslová škola stavební
Máchova 628, Valašské Meziříčí

Obsah:

A. Úvod	1
B. Biomasa	2
B.1 Co je to vlastně biomasa	2
B.2 Nový trend v oblasti biomasy	2
B.3 Potenciál biomasy ve Zlínském kraji	3
C. Porovnání kotlů na biomasu	3
C.1 Proč kotel na biomasu	3
C.1.1 Klasický kotel na dřevo	3
C.1.2 Zplyňovací kotel na dřevo	4
C.1.3 Kotel na pelety	5
C.2 Ekonomické porovnání	5
C.2.1 Roční náklady na vytápění	5
C.2.2 Investice do kotle a dlouhodobé náklady na vytápění	6
D. Akumulační nádoba	6
D.1 Význam akumulace v systému vytápění kotlem na biomasu	6
D.2 Návrh akumulace	7
D.3 Výpočet nabití a vybití akumulace	8
E. Závěr	8
F. Zdroje informací	9

A. Úvod

Vytápění patří k nedílné součásti všech budov kolem nás. Bez tepla se krátce řečeno neobejdeme. Při návrhu otopné soustavy bychom především měli věnovat pozornost volbě samotného zdroje tepelné energie. Výběr máme v dnešní době celkem rozsáhlý, ale zároveň částečně omezený. Přes veškerou modernizaci inženýrských sítí v naší republice pořád existují oblasti, kde nemůže být zaveden plynovod, a to nejčastěji z důvodu geografické členitosti. Proto jsem si jako svou práci v projektu Enersol zvolil porovnání kotlů na biomasu (na dřevo a pelety) pro vytápění běžného rodinného domu. Podle mého názoru je to vhodná alternativa pro již zmiňované oblasti, jelikož vytápění elektrokotlem by mohlo být často neekonomické. Mohl jsem zvolit i porovnání jiných zdrojů tepla např. tepelných čerpadel, ale sám žiji v rodinném domě, který je vytápěn kotlem na spalování biomasy, a především se už delší dobu touto problematikou zabývám.

Ve své práci jsem se rozhodl uvést i stručnou definici biomasy a několik dalších, podle mého názoru, do budoucna důležitých informací, týkajících se tohoto obnovitelného zdroje energie. V poslední části projektu se věnuji i návrhu akumulční nádoby, jelikož při instalaci kotle na biomasu je zásobník praktickým a výhodným doplňkem otopné soustavy.

B. Biomasa

B.1 Co je to vlastně biomasa

Biomasa je definována jako veškerá organická hmota, která vzniká v živých organismech, a to buď organismech živočišných či rostlinných – jde tedy o veškerou živou přírodu. Jako u většiny obnovitelných zdrojů energie i biomasa je „produktem“ solární energie. V rostlinách se za pomoci fotosyntézy ukládá část sluneční energie dopadající na Zemi, tu následně využijeme energetickým zpracováním rostlin. Biomasa může být získávána buď jako odpad ze zemědělské a průmyslové činnosti, nebo jako komunální odpad, anebo může být výsledkem záměrné výrobní činnosti a pěstování v lesnictví. Pod pojmem biomasa si tedy můžeme představit dřevo, dřevní odpad, slámu nebo byliny.

B.2 Nový trend v oblasti biomasy

V poslední době se hodně rozvíjí pěstování tzv. „energetických plodin“, což jsou v podstatě rychle rostoucí dřeviny a byliny. Za zmínku určitě stojí doposud málo známá ozdobnice čínská (*miscanthus giganteus*).

Jedná se o vytrvalou rostlinu, která nevyžaduje žádnou zvláštní péči a její pěstování je prakticky bez starostí. Za příznivých podmínek ozdobnice dorůstají výšky až 4 metrů. Současné odrůdy umožňují za příznivých podmínek dosáhnout výnosu 15 tun sušiny z hektaru po 2 -3 letech. Dobře využívá sluneční energii, vodu i živiny. Je odolná proti vymrzáni, chorobám a škůdcům. Ozdobnice se dá po sklizni využít přímo na spalování (neupravená řezanka) nebo na výrobu pelet a briket. Takto vyrobená biomasa z ozdobnice čínské má velmi vysokou výhřevnost cca 17 MJ/kg, pro porovnání – stejnou výhřevnost má kvalitní tříděné uhlí. Ozdobnice mě také velice zaujala tím, že je to velmi ekonomická plodina. Při pěstování biomasy pro energetické účely je totiž důležité porovnání vstupních energetických nákladů a získané energie a v tomto ohledu má ozdobnice výborný poměr těchto energií.

Rostlina	Vstupní energie (MJ/ha)	Získaná energie (MJ/ha)
Ozdobnice	9,2	306 000
Rychle rostoucí dřeviny	6,0	180 000
Konopí	13,3	112 000
Oves	21,5	189 000
Řepka	19,4	72 000

B.3 Potenciál biomasy ve Zlínském kraji

O efektivitě a ekonomičnosti biomasy svědčí i následující tabulka, kde je přehledně zpracováno využití obnovitelných zdrojů energie ve Zlínském kraji.

Zdroj obnovitelné energie	Výroba tepla a elektřiny z OZE (GJ/rok)
Solární tepelné systémy	21 246,6
Solární fotovoltaické systémy	13,4
Malé vodní elektrárny	66 263,9
Větrné elektrárny	1 319,0
Tepelná čerpadla	11 814,9
Biomasa – tuhá	2 067 985,7
Bioplyn	56 504,9
Celkem	2 281 022,7

Biomasa navíc patří ke zdrojům energie s velmi příznivým dopadem na naše životní prostředí. Jejím spalováním se uvolňuje jen tolik oxidu uhličitého, které předtím stromy a rostliny při svém růstu samy absorbovaly – má tzv. nulovou bilanci CO₂. Biomasu využívanou k vytápění rodinných domů známe především ve formě palivového dřeva a v současné době čím dál více i ve formě pelet a briket. Dřevní štěpka, sláma a obilí se používají spíše ve větších spalovnách na biomasu.

C. Porovnání kotlů na biomasu

C.1 Proč kotel na biomasu

Ve své práci porovnávám kotle na biomasu, protože v určitých lokalitách je to společně s elektřinou jediný možný způsob, jak řešit vytápění. Těmito lokalitami uvažuji kopcovité a hornaté oblasti. Často je terén v těchto oblastech natolik členitý a komplikovaný, že zde nemůže být zaveden plynovod a lidé mají tímto faktem omezený výběr zdroje tepla.

Nabídka kotlů na biomasu je v současné době opravdu velice rozsáhlá a pro laika docela nepřehledná. Z několika typů jsem zvolil tři základní, vhodné pro vytápění rodinných domů. Od každého typu uvádím do porovnání jeden kotel, abych je mohl objektivně, technicky a ekonomicky porovnat.

C.1.1 Klasický kotel na dřevo

Slovak Variant SL 22

Dvouřetový kotel VARIANT SL využívá k výrobě tepla prosté spalování dřeva. Kotel je konstrukčně řešen se svislou příkladací šachtou, což je podle mého názoru efektivnější způsob než u kotlů s příkládáním zepředu. U tohoto kotle dochází k hoření pouze



Slovak Variant SL 22

v ohništi a v příkladacím prostoru už ne, kdežto u prohořivacího kotle s příkládáním zepředu si dřevo hoří jen tak na hromadě okamžitě po přiložení. Z vlastní zkušenosti můžu říct, že kotel VARIANT SL je jednoduchý jak na obsluhu, tak údržbu i montáž.

Výhody:

- nízká pořizovací cena
- kotel je vhodný pro samotížný systém vytápění
- při správném postupu lze v kotli spalovat i neupravenou štěpku a piliny
- relativně malá hmotnost cca 250 kg

Nevýhody:

- problematictější regulace
- krátká doba mezi příkládáním
- časté čištění výměníku (cca 1x za 3 týdny)

Pořizovací cena: 19 035 Kč bez DPH

C.1.2 Zplyňovací kotel na dřevo

Atmos DC 22 S

Kotel Atmos DC 22 S je určen pro spalování dřeva na principu generátorového zplyňování s odtahovým ventilátorem. Ventilátor vytváří podtlak, a to způsobuje, že oheň hoří směrem dolů. Při tomto spalování dochází k hoření dřeva za nedostatku přiváděného vzduchu, čímž vznikají plyny, které následně hoří v keramické spalovací komoře. Z tohoto důvodu je kotel konstrukčně řešen s příkladacím prostorem nad samotnou keramickou spalovací komorou.

Výhody:

- možnost spalovat velké kusové dřevo
- díky velké příkladací komoře dlouhá doba hoření
- vysoká účinnost kotle cca 81 – 87%
- kotel splňuje podmínky ČSN EN 303 (ekologické spalování)

Nevýhody:

- složitější konstrukce
- možný výskyt problematického dehtu

Pořizovací cena: 25 700 Kč bez DPH



Atmos DC 22 S

C.1.3 Kotel na pelety

Fröling P4 Pellet

Kotel Fröling P4 Pellet představuje novou generaci kotlů na spalování dřevěných pelet. Dlouholeté zkušenosti a vývoj tepelné techniky fy Fröling se zúročily v tomto nevšedním kotli. U tohoto kotle mě zaujala především sofistikovaná regulace. U vyústění hrdla spalín je zabudovaná lambda sonda, podle které určuje řídicí mikroprocesorová jednotka otáčky ventilátoru a množství přiváděného paliva do ohniště. Dále je u tohoto kotle použit atypický víceokruhový výměník, který je řešen výstupem topné vody ve spodní části výměníku a vratem topné vody v horní části výměníku. A v neposlední řadě je kotel také zajímavý i svým moderním designem.

Výhody:

- kotel je plně automatizovaný – minimální obsluha
- snadná rychlá montáž
- bezpečné ohniště

Nevýhody:

- vyšší pořizovací cena
- větší množství elektroniky

Pořizovací cena: 232 700 Kč bez DPH



Fröling P4 Pellet

C.2 Ekonomické porovnání

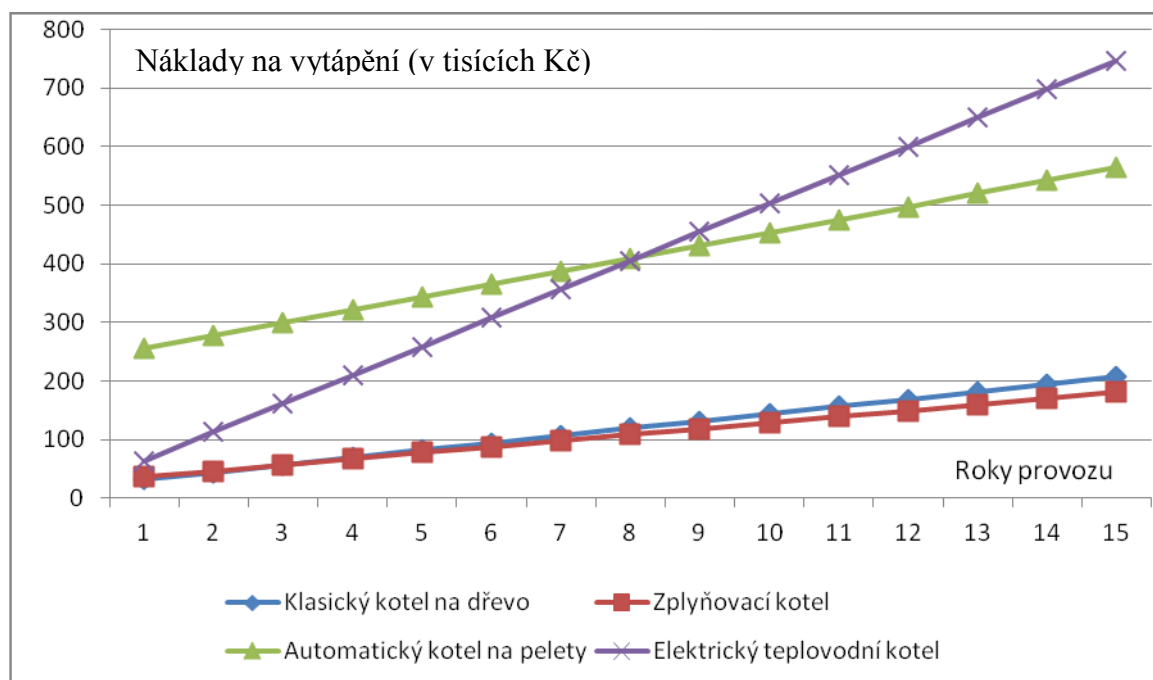
C.2.1 Roční náklady na vytápění

Pro bližší představu jsem do ekonomického porovnání kotlů na biomasu přidal i elektrický teplovodní kotel. Pořizovací cena elektrického teplovodního kotle je cca 15 000 Kč bez DPH.

Následující tabulka znázorňuje roční náklady na palivo pro určité porovnávané kotle. Pro výpočet nákladů na palivo uvažuji pro všechny kotle s pokrytím tepelné ztráty 12 kW, což odpovídá průměrnému rodinnému domku.

Typ kotle (palivo)	Roční náklady
Klasický kotel na dřevo (štípané dřevo)	12 500 Kč
Zplyňovací kotel (štípané dřevo)	10 300 Kč
Automatický kotel (pelety)	22 100 Kč
Elektrický teplovodní kotel (elektrina)	48 800 Kč

C.2.2 Investice do kotle a dlouhodobé náklady na vytápění

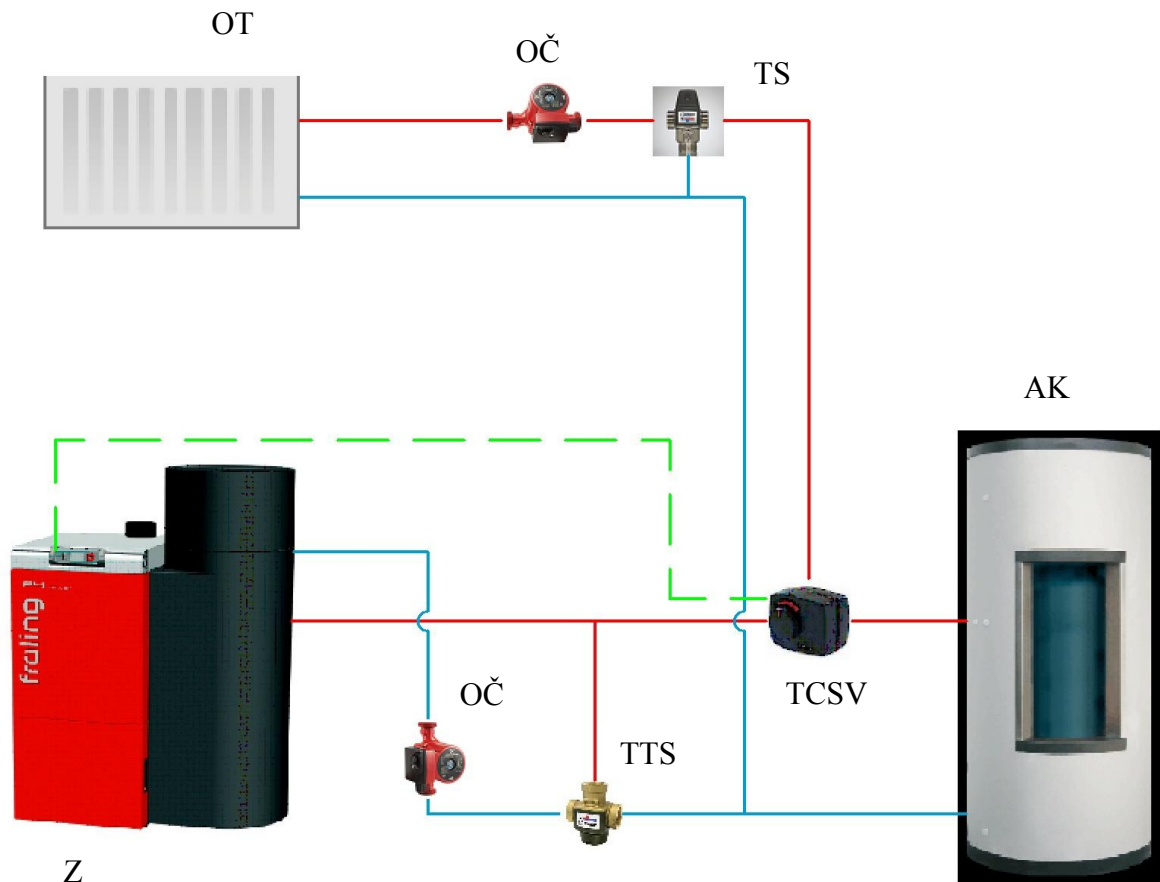


D. Akumulační nádoba

D.1 Význam akumulace v systému vytápění kotlem na biomasu

Při instalaci kotle na biomasu je vhodné do otopného systému zařadit i akumulaci. Použitím akumulace dosáhneme snížení počtu cyklů zapínání a vypínání automatických kotlů čímž prodloužíme jejich životnost. Použitím akumulace pro ostatní kotle dosáhneme lepší akumulace tepla a zvýšení komfortu vytápění. Otopná soustava s akumulací funguje jednoduše, v momentě dosažení tepelné pohody v rodinném domě, kotlová regulace otevře trojcestný servo ventil a kotel začne natáčet akumulaci. Po nabití akumulace se kotel vypne a otopná soustava začne odebírat naakumulované teplo ze zásobníku.

Zjednodušené schéma doporučeného zapojení



ZT – Zdroj tepla (kotel na biomasu)

OČ – Oběhové čerpadlo

TTSV – Termostatický trojcestný směšovací ventil (zajišťuje minimální teplotu vratné topné vody)

TCSV – Trojcestný servo-ventil

AKN – Akumulační nádoba

TSV – Trojcestný směšovací ventil (zajišťuje stálou teplotu přiváděné topné vody)

OT – Otopné těleso

D.2 Návrh akumulární nádoby

Při dimenzování akumulární nádoby platí jednoduchá zásada. Nádoba by měla mít alespoň 50 litrů objemu na 1 kW tepelné ztráty. Případné předimenzování není vůbec na škodu, budeme mít větší možnost akumulace a tedy delší dobu vybíjení.

Příklad:

Rodinný dům má tepelnou ztrátu $Q = 12 \text{ kW}$ a majitel se rozhodl na radu odborníka pro téměř 50ti % předimenzování akumulární nádoby.

Objem akumulární nádoby V :

$$V = 50 \cdot Q = 50 \cdot 12 = \mathbf{600 \text{ litrů}} + \text{předimenzování} = \mathbf{850 \text{ litrů}}$$

D.3 Výpočet nabití a vybití akumulční nádoby

Při výpočtu jsem použil kotel Fröling P4 Pellet a akumulční nádobu Fröling o objemu 850 litrů.

Vstupní data:

Objem ak. nádob:	$V = 850$ litrů
Min. teplota vody v ak. nádobě:	$t_{\min} = 30^{\circ}\text{C}$
Max. teplota vody v ak. nádobě:	$t_{\max} = 80^{\circ}\text{C}$
Měrné teplo vody:	$c = 4,186$ kJ/kg $^{\circ}\text{C}$
Výkon kotle:	$Q = 25$ kW

Množství energie, kterou je ak. nádoba za těchto podmínek schopna uložit:

Abychom energii dostali v kWh, musíme výsledek vydělit číslem 3600.

$$Q_{\text{ak}} = V \cdot (t_{\max} - t_{\min}) \cdot c = 850 \cdot (80 - 30) \cdot 4,2 = 178500 \text{ J} : 3600 = \underline{\underline{49,58 \text{ kWh}}}$$

Doba nabíjení ak. nádoby při výkonu kotle $Q = 25$ kW:

$$\frac{Q_{\text{ak}}}{Q} = \frac{49,58}{25} = \mathbf{2 \text{ hodiny}}$$

Vybíjení ak. nádoby:

Doba, za kterou se ak. nádoba vybití, se vypočítává z tepelné ztráty objektu. V průběhu topné sezóny dochází ke změnám tepelných ztrát, protože tepelná ztráta je přímo závislá na venkovní teplotě. Pro můj případ a posouzení jsem použil výpočet pro tepelnou ztrátu 12 kW a 5 kW.

Doba vybíjení ak. nádoby při tepelné ztrátě $Q_{\text{ztr}} = 12$ kW:

$$\frac{Q_{\text{ak}}}{Q_{\text{ztr}}} = \frac{49,58}{12} = \mathbf{4 \text{ hodiny a 8 minut}}$$

Doba vybíjení ak. nádoby při tepelné ztrátě $Q_{\text{ztr}} = 5$ kW:

$$\frac{Q_{\text{ak}}}{Q_{\text{ztr}}} = \frac{49,58}{5} = \mathbf{9 \text{ hodin a 55 minut}}$$

E. Závěr

Cílem mé práce bylo poukázat, že při návrhu kotle na biomasu pro rodinný dům je nutné se vážně zamyslet nad vhodným výběrem typu kotle. Ve své práci jsem porovnal vytápění třemi základními typy kotlů na biomasu vůči elektrickému vytápění. Vyhodnocením investičních a provozních nákladů jsem jednoznačně dospěl k závěru, že vytápění kterýmkoli kotlem na biomasu je ekonomicky výhodnější.

Při porovnávání základních typů kotlů na biomasu mě nejvíce zaujal automatický kotel na pelety Fröling. Měl jsem možnost vidět tento kotel v provozu a po konzultaci s odborníkem jsem dospěl k názoru, že se jedná skutečně o špičkový kotel na pelety nové generace.

V poslední části se věnuji i návrhu akumulční nádoby, jelikož při návrhu kotle na biomasu by neměla v otopné soustavě chybět. Akumulční nádrž dokáže pojmout velké

množství tepla, které následně můžeme po určitou dobu odebírat na vytápění. Představa, že mohu určitou dobu vytápět, aniž by muselo v kotli hořet, je podle mého názoru úžasná.

Při své práci jsem se seznámil s celou řadou zajímavých informací, které určitě využiji při studiu oboru technická zařízení budov. Současně jsem také chtěl pomoci svým známým, kteří museli řešit návrh nebo výměnu zdroje tepla pro rodinný dům a požádali mě, jestli bych jim mohl poradit.

Děkuji všem organizátorům projektu Enersol, že jsem touto prací mohl shrnout své dosavadní zkušenosti týkající této problematiky, přičemž jsem své znalosti i podstatně rozšířil.

Rád bych také poděkoval svému učiteli Ing. Petru Pobořilovi, který mě seznámil s projektem Enersol a v průběhu mé práce mi poskytl prostředky k získání užitečných informací.

F. Zdroje informací

<http://www.tzb-info.cz/>

<http://www.swhg.cz/>

<http://www.energetickeplodiny.cz/>

<http://www.froling.cz/>

<http://www.banador.cz/>