

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

JANIŠ DAVID

České Budějovice 2013

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH**

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

**KATEDRA ZEMĚDĚLSKÉ A MANIPULAČNÍ
TECHNIKY**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**NÁVRH, OVĚŘENÍ FUNKČNOSTI A HODNOCENÍ
TECHNOLOGICKÉ LINKY PRO VYTÁPĚNÍ
PROVOZOVNÝ ZEMĚDĚLSKÉHO
PODNIKU OBI LÍM**

Vedoucí práce: Prof. Ing. Milan Fríd, CSc.

Autor práce: David Janiš

Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby

Ročník 3.

2013

PROHLÁŠENÍ O AUTORSTVÍ

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedené v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné databázi STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby byly zveřejněny posudky vedoucího práce a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce, elektronickou cestou v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

České Budějovice 31. 3. 2013

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Prof. Ing. Milanu Frídovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a veškerý čas, který mi věnoval při jejím zpracování.

ABSTRAKT

Hlavním cílem této bakalářské práce je návrh, ověření a hodnocení strojní linky pro alternativní vytápění provozovny zemědělského podniku obilím. Práce představuje palivo vyrobené z biomasy, jako obnovitelný zdroj s ohledem na ochranu životního prostředí a následné jeho spalování za účelem vytápění provozovny. Jako návrh strojní linky pro vytápění obilím je zde popsána linka Zemědělského družstva Nová Včelnice v okrese Jindřichův Hradec. Dalším cílem je zpracování ekonomického hodnocení strojní linky pro vytápění obilím.

Klíčová slova: biomasa, technologická linka, ekonomické hodnocení

ABSTRACT

The main aim of this thesis is the design, verification and evaluation of machine lines for alternative heating plant farm grain. This work presents a fuel produced from biomass as a renewable resource with regard to the protection of the environment and its subsequent combustion for heating the facility. A mechanical design line for grain heating is described which is in Nová Včelnice Agricultural Cooperatives in Jindřichův Hradec. Another objective is to complete the economic evaluation of machine lines for heating grain.

Keywords: biomass, production line, economic evaluation

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Biomasa jako zdroje energie.....	8
2.1	Dřevní odpad.....	9
2.2	Sláma.....	12
2.3	Tekutá biopaliva.....	14
2.4	Obilí.....	16
2.5	Lisování biomasy a její spalování.....	17
3	Metodika.....	26
4	Vypracování a ekonomické hodnocení.....	29
4.1	Seznámení s provozovnou.....	29
4.2	Kotel.....	30
4.3	Parametry kotle.....	34
4.4	Ekonomické hodnocení.....	34
5	Závěr.....	39
6	Seznam použité literatury.....	41

1 Úvod

Cílem práce je navržení technologické linky, která je zaměřena na vytápění zemědělské provozovny nekvalitním obilím za pokud možno co nejekonomičtějších požadavků.

Nejprve bude teoreticky představen pojem biomasa, druhy biomasy a její získávání z přírodních zdrojů. Poté se podíváme na využití ve zpracovatelském průmyslu a následné její využití pro vytopné účely.

Z důvodu omezených zásob fosilních paliv se v současné době hledají další zdroje k pokrytí narůstající spotřeby energie. V současné době se zvyšuje zájem o spalování energetických rostlin, hlavně spalování slámy a sena sklizeného z trvalých luk a pastvin. V období nepříznivého pro sklizeň dochází i ke sklizni nekvalitního obilí nevhodného ke zkrmování či výrobě bioetanolu a hledají se způsoby využití sklizeného zrna.

K navrhnutí technologické linky pro vytápění obilí je využito Zemědělského družstva Nová Včelnice, kde tuto linku mají a dlouhodobě využívají. Díky tomu jsou získány potřebné informace, a také možnost prodiskutování a ověření funkčnosti této linky. Na základě získání informací o finančních výdajích je vytvořena ekonomická bilance vytápění nekvalitním obilím.

2 Biomasa jako zdroje energie

Pod pojmem biomasa se rozumí palivové dříví získané z lesa, z údržby městské a venkovské zeleně, získané samosběrem či nákupem u obchodníků s palivy nebo u podniků disponujících touto surovinou. Současně je zde však i zahrnut veškerý dřevní odpad, klestí, piliny, odřezky, staré palety či nábytek, stavební nebo dříve jinak využitá dřeva, tedy vše co je ze dřeva a čím lidé v domácnostech topí. Palety, brikety a rostlinné materiály představují zatím pouze menší část této spotřeby, nicméně i jejich spotřeba stále roste (Bufka & Rosecký, 2013).

Omezené zásoby nejvýznamnějšího zdroje energie, jímž jsou fosilní paliva, vedou v současné době k hledání dalších zdrojů, aby i nadále bylo možné zajišťovat strmě narůstající trend spotřeby energie. Mezi těmito zdroji patří k nejvýznamnějším biomasa. Její předností je zejména obnovitelnost, ale také dostupnost a možnost poskytnout výsledné produkty jejího zpracování do řady průmyslových sektorů.

Energetické využívání obnovitelných zdrojů dnes představuje rozsáhlý program vědecko – výzkumných aktivit, vývoje technologií a jejich promyšleného uplatňování a v celkovém kontextu snahu o maximální využití všech zdrojů energie při minimalizaci negativních vlivů jejich využívání na životní prostředí.

V těchto souvislostech vyniká biomasa z ostatních zdrojů energie tím, že její podstatná část představuje nejrůznější odpady, jejichž řízenému pěstování lze využívat a je i k dispozici, ladem ležící půda a její využívání jako zdroj energie je ohleduplné k životnímu prostředí. Je to dáno tím, že aktivními prvky hořlaviny jsou vodík, uhlík a plynné produkty spalování, proto představují oxid uhličitý a vodní pára ve spalinách. Přitom množství oxidu uhličitého přibližně odpovídá množství uhlíku spotřebovaného při růstu biomasy v relativně krátkém období.

Energetickému využívání biomasy je věnována mimořádná pozornost ve všech vyspělých zemích světa. Výrazně je podporován výzkum zaměřený na zvýšení efektivnosti využití biomasy a rozšíření možností jejího uplatnění. Vedle klasických systémů se spalováním dřeva za účelem vytápění či výroby technologické páry jsou vyvíjeny systémy pro zplyňování, umožňující kombinovanou výrobu tepla a elektrické energie a velký význam je přikládán možnosti kombinovaného spalování uhlí a biomasy. Všechna tato řešení jsou vázána na potřebu nových technologických prvků a nových poznatků z výzkumu i z provozu.

Biomasu rozlišujeme podle obsahu vody na suchou, mokrou a speciální. Mezi suchou biomasu můžeme zařadit dřevo, dřevní odpady, slámu a další odpady. Působením vysokých teplot je možno ze suché biomasy uvolnit hořlavé plynné složky, takzvaný dřevoplyn, který se spaluje obdobně jako jiná plynná paliva. Mokrý biomas obsahuje složky na bázi tekutých odpadů, do kterých můžeme zařadit například kejdu a další. Mokrý biomas se využívá zejména v bioplynových technologiích. Mezi speciální biomasu řadíme olejninu, škrobové a cukernaté plodiny. Speciální biomas slouží k získání energetických látek zejména bionafty nebo lihu (Noskovič & kolektiv, 1996).

2.1 Dřevní odpad

Lesní půda tvoří přibližně 1/3 celkové rozlohy České republiky, touto skutečností patří ČR k nadprůměrně zalesněným státům Evropy. Význam dřevní hmoty spočívá především v tom, že jde o surovinu domácí, která je při racionálním využívání trvale obnovitelná. Cyklus obnovy samotné dřevní hmoty je však dlouhodobý, dosahuje v průměru 100 let, a proto je nutno hospodařit s lesní půdou nanejvýš opatrně jak z hlediska produkce dříví, tak z významu role jakou tato půda hraje z hlediska klimatického a vodohospodářského. Cílem produkce a využívání biomasy by mělo být dosažení ekologické rovnováhy.

Studie, které jsou podporovány z fondu Evropského společenství, ale i jiných zdrojů, ukazují výhodnost využívání jednotlivých částí biomasy jednak k přímému spalování a jednak pro pyrolýzu, zplyňování aj. Rovněž je prováděn výzkum na rychle rostoucích plodinách a následném využívání jejich energetického potenciálu. V takovýchto případech se jedná o osázení ploch jinak nevyužívaných nebo nuceně ležících ladem. Studie se rovněž týkají destilace jednotlivých plynných či tekutých složek biomasy.

Lesní závody produkují ročně asi 0,5 milionu m³ štěpky. Štěpka se suší a třídí, pak se používá do středové vrstvy dřevotřískových desek vyráběných suchým způsobem. Nezpracované těžební zbytky po obnovních těžbách jsou bez využití likvidovány spalováním po těžbě v lese, nebo jsou ponechány na hromadách. Celkem zůstává cca 1 milion m³ nevyužité lesní biomasy.

Druhým odpadem, co do objemu dřevní hmoty, je kůra. V současné době je odkorňováno v lesních závodech asi 82 % sklizeného porostu, zbytek je odkorňován

v dřevozpracujících závodech na odkorňovacích strojích. Kůra, která vzniká jako odpad v lese, je tam také spalována spolu s těžebními zbytky. Jen malá část je drcena a využívána k topení nebo kompostování.

Ze spalovaného odpadu je nejvíce spalováno těžebních zbytků, pak následuje zrnitý odpad a kůra. Nejméně uspokojivá situace je u kůry a těžebních zbytků. Obojí leží většinou v lesích, část odpadů po obnovné těžbě se spaluje na místě, část odebírá obyvatelstvo jako samovýrobu na palivo a pro zvláštní potřebu (Noskievič & kolektiv, 1996).

Progresivním způsobem zpracování různých dřevních odpadů je jejich briketování. V současné době, kdy vzrůstá poptávka po ekologicky šetrném palivu, je briketování řešením, neboť Ministerstvo životního prostředí uděluje výrobcům briket ochrannou známku "Ekologicky šetrný výrobek". Dalšími klady dřevěných briket je jejich využitelnost a technické vlastnosti. Na druhou stranu je nutné počítat s poměrně vysokými investičními náklady a delší dobou jejich návratnosti (Plíštil, Hutla, & Roy, 2005).

Výchozí materiál pro výrobu takzvaných ekobriket je zrnitý dřevěný odpad jako štěpky, piliny, hobliny o vlhkosti do 20 %. Brikety jsou většinou válcové o průměru 60 mm a více a délky 150 až 250 mm, ale i drobné jako granule. Největším problémem při výrobě briket je dosažení nízké vlhkosti. Při vyšší vlhkosti se briketa rozpadá. Technické sušení dřevní hmoty určené pro výrobu briket celou technologii neúměrně prodražuje (Noskievič & kolektiv, 1996).

Z pohledu spotřebitele je třeba rozlišit, k jakému účelu budou brikety využívány. K rychlému vytopení víkendové chaty lze doporučit brikety z měkkého dřeva s otvorem uprostřed, které umožňují snadnější zátop a rychlejší prohořívání. Na druhé straně, pro stabilní vytápění rodinného domu, lze doporučit plné brikety nebo takzvané RUF brikety, které navíc při použití tvrdého dřeva či kůry jako vstupní suroviny, dávající pomalý rovnoměrný žár s až 6 hodinovou dobou žhnutí. Brikety mohou být různého zbarvení v závislosti na použitém druhu biomasy, na kvalitě suroviny ovlivněné vlhkostí nebo příměsí kůry a použitém technologickém procesu výroby.

Brikety je možné spalovat v jakýchkoliv kotlích na dřevo, dají se použít v krbech, kachlových kamnech i kotlích ústředního vytápění. Jsou ekologickou náhradou za uhlí a alternativou pro obce potýkající se s kouřem ze spalování uhlí v domácích topeništích. Nejvyšší účinnosti při spalování briket z biomasy se

dosahuje v kotlích na dřevoplyn. Vzhledem k povaze paliva jsou brikety z biomasy zcela čistý a obnovitelný zdroj energie.

Díky své trvale nízké vlhkosti se jejich výhodnost projeví především při použití ve zplynovacích kotlích. Při dokonalém spalování vzniká bezbarvý CO₂ a H₂O a jen nepatrné množství škodlivin.

Brikety jsou vyráběny z dřevních nebo rostlinných zbytků silným stlačením, které se nazývá briketování. Briketováním vzniká nový typ pevného biopaliva, řadí se svou výhřevností mezi hnědé a černé uhlí s výbornými vlastnostmi z hlediska dopravy a manipulace, které umožňují ekonomické skladování a vysoký komfort při vytápění v kotlích na tuhá paliva (Stupavský & Holý, 2010).

Pelety jsou vysoce stlačené výlisky válcovitého tvaru, nejčastěji vyráběny v průměru 6 mm a různorodé délce 5 – 40 mm. Pelety jsou vyráběny z dřevních zbytků, obvykle z pilin a hoblin. Kromě těchto dřevních pelet se také na trhu objevují pelety rostlinné, kůrové, rašelinové a pelety z dalších materiálů z biomasy a jejich vzájemných směsí takzvané směsné pelety.

Dřevní pelety mohou dosahovat různé barvy v závislosti na použitém druhu dřeva, na kvalitě suroviny ovlivněné vlhkostí nebo příměsí kůry a použitým technologickým procesem výroby. Dřevní pelety mají stabilní a nízkou vlhkost (obsah vody obvykle kolem 8 %) a nízký obsah popele (kolem 1 %).

Pelety lze používat v široké výkonové škále kotlů a kamen v rodinných domech i ve větších budovách. Vzhledem k povaze paliva jde o zcela čistý a obnovitelný zdroj energie. Jejich kvalita se posuzuje podle několika norem, na trhu převládají německé normy DIN a DIN plus a rakouská norma ÖNORM M 7135. Tyto normy určují, jaké musí být složení pelet.

Pelety jsou vyráběny z dřevních nebo zemědělských zbytků silným stlačením, které se nazývá peletování. Peletováním vznikají nová biopaliva s vysokou energetickou hustotou, tepelnou výhřevností a výbornými vlastnostmi z hlediska dopravy a manipulace, které umožňují ekonomické skladování, předzásobení a automatický přívod paliva k topeništi. Pro soudržnost dřevěných pelet má kromě vysokého tlaku význam také obsah ligninu ve dřevě.

Pelety se vyrábějí lisováním vstupní vysušené suroviny (pilin) na prstencové nebo ploché matrici bez dalších přídavných směsí, pojiv nebo lepidel. Na rozdíl od topenišť spalujících dřevo se při hoření pelet nevytváří kouř. Při dokonalém spalování vzniká bezbarvý CO₂ a H₂O a jen nepatrné množství škodlivin. Při hoření

dále vzniká jen nepatrné množství popele, který lze výhodně použít pro zahradní hnojení (Stupavský, 2010).

2.2 Sláma

Sláma obilovin a řepky se sklízí pro energetické účely v létě po sklizni zrna, a to převážně z řádků položených za sklízecí mlátičkou na relativně vysoké strniště, umožňující proschnutí stébelnin během několika dnů pěkného počasí. Určitým problémem zůstává energetické využití slámy z kukuřice, a to jak z důvodů vyšší vlhkosti v době sklizně, tak i nevhodnou návazností na, v současné době používané, technologie sklizně zrna.

Zemědělskou odpadní biomasu je možné využít pro různé formy energie: jak pro elektrickou energii nebo výrobu tepla, tak pro kombinovanou výrobu. Biomasu je možné snadno skladovat a je na rozdíl od větrné nebo solární energie také poměrně stálým zdrojem energie. Je však třeba pečlivě zvažovat i logistiku těchto biopaliv, ekonomicky výhodné je především její využívání v blízkosti zdrojů. Při náročnější logistice mohou náklady na dopravu a manipulaci zhoršit výrazněji ekonomiku těchto biopaliv.

Biopaliva ze slámy obilovin a řepky jsou z hlediska energetického potenciálu i z hlediska ekonomiky vhodný obnovitelný zdroj energie. Představují vhodné alternativní palivo ke stávajícím fosilním zdrojům. Jedná se o biopaliva skladovatelná, u kterých je zajištěn stálý zdroj. Využívání těchto biopaliv nijak negativně neovlivňuje potravinovou bezpečnost, nemá ani nepříznivý vliv na kvalitativní vlastnosti půdy. Z uvedených výsledků vyplývá, že náklady na produkci slámy pro energetické využití jsou pro všechny technologie nižší než ceny konkurenčního uhlí. V praxi se nejvíce využívají technologie sklizně slámy s využitím lisů. U těchto technologií jsou náklady na úrovni přibližně 65 až 70 % ceny energetického uhlí. Energetické využití odpadní zemědělské biomasy představuje pro zemědělský podnik nejen možnost zajištění energetických potřeb podniku z vlastních zdrojů, ale může být vhodným směrem diversifikace podnikatelských aktivit do oblasti komerční energetiky (Abrham & Andert, 2012).

V současné době zůstává nevyužita značná část produkce slámy ve stozích, kde postupně podléhá zkáze. Je to důsledek vysokého podílu obilovin na orné půdě,

vysokého podílu bezstelivového ustájení dobytka a v neposlední řadě i omezení jeho chovu. V lesích leží nevyužito mnoho dřevního odpadu, který je zdrojem nemocí a škůdců lesa. Domovní odpad, jehož spalitelný podíl neustále v důsledku trvalého zlepšování obalů stoupá, se obtížně deponuje v ekologicky již neúnosných skládkách (Kára, 2003).

Závislost obcí a měst na zemním plynu lze účinně a postupně snižovat například tím, že se plynový kotel v obecních výtopnách ponechá jen jako záložní zdroj a vedle něj se osadí kotle schopné spalovat biomasu, zejména dosud málo využívanou balíkovanou obilnou nebo řepkovou slámu.

Toto je zvláště důležité v současné době, kdy se energetická krize jeví již mnohem méně jen jako hypotetická. Navíc se tímto modelem stabilizuje cena tepla pro odběratele. Nelze pominout ani přínos v podobě razantního snížení emisního zatížení obyvatelstva, neboť dochází k náhradě stávajících uhelných topenišť „ekologickými“ topeništi schopnými spalovat i biomasu (Voláková, 2010).

Spalování biomasy, zvláště slámy, však přináší i některé problémy. Popel ze slámy je bohatý na alkalické kovy, kovy alkalických zemin a křemík. Zastoupením prvků se blíží ke složení sklářského kmene, to jsou směsi surovin pro výrobu skla. Z této podobnosti plynou i problémy s tvorbou strusky a za jistých okolností, při vysoké teplotě a určitém poměru výše zmíněných prvků, dochází až k tvorbě skloviny, která narušuje žárovzodorné vyzdívky kotlového tělesa.

Spalování slámy je náročné také na spotřebu elektrické energie a na výši finančních prostředků, které je třeba vyčlenit na opravy dílů v důsledku opotřebení, zvláště na výměnu žárovzodorných vyzdívek a dílů dopravníků popelových cest. Kotle je z tohoto důvodu třeba během topné sezóny poměrně často odstavovat a podrobit pečlivému vyčištění. Nevýhody ovšem do značné míry kompenzuje nízká cena tohoto paliva v porovnání s cenami nejen fosilních paliv, ale i s cenou dřevní hmoty. Kromě toho lze vytvořit stabilní palivovou základnu kotelny v jejím bezprostředním okolí.

Největším úskalím při spalování slámy je nízká eutektická teplota vzniklého biomasového popela. Tato vlastnost způsobuje provozní problémy, zejména silné zanášení trubkovic kotlového výměníku a korozi žárobetonových vyzdívek. V průběhu spalovacího cyklu se snižuje účinnost kotle, neboť dochází k zanášení teplosměnných ploch. V prostoru kotlových zón, kde je dosahováno teploty až kolem 1000 °C, vzniká sklovina roztavením přítomného biomasového popela. Sklovina po

ochlazení tuhne ve sklo, které se nalepuje k povrchům žárobetonů. Tyto jsou následně ničeny jednak chemicky takzvanou alkalickou korozí, ale i mechanicky při snaze sklo z povrchu žárobetonu odstranit. Cílem spolupráce s výzkumnými pracovišti proto je, mimo jiné, nalezení způsobu ovlivnění výše eutektické teploty biomasového popela. Jedním z dílčích úspěchů je stanovení metody eliminace lepení skla na povrch žárobetonů v prostoru kotlového výměníku tepla. Bylo nalezeno účinné složení ochranné vrstvy, která se nyní aplikuje na povrch vyzdívek. V provozu to znamená podstatné ulehčení čištění kotle, zkrácení doby odstávky a další ekonomický přínos prodloužením životnosti žárobetonových vyzdívek (Voláková, 2010).

2.3 Tekutá biopaliva

Z energetického hlediska lze energii z biomasy získávat téměř výhradně termo-chemickou přeměnou, tedy spalováním. Výhřevnost paliva je dána množstvím takzvaných hořlavin (to je organická část bez vody a popelovin, směs hořlavých uhlovodíků, celulózy, hemicelulózy a ligninu). U biopaliv nejde nikdy o přímé spalování biomasy, ale o spalování kapalných produktů jejího zpracování. Spalovat lze i plynné produkty (bioplyn). S jeho použitím v dopravě a zemědělství se experimentovalo, ale nyní se bioplyn používá výhradně ve stacionárních zdrojích.

Biopaliva se rozlišují podle způsobu získávání vstupní suroviny na biopaliva první a druhé generace. Do první generace patří paliva vyráběná z cíleně pěstovaných plodin. Může jít o etanol z obilí, bionaftu a rostlinné oleje z řepky, slunečnice a jiných zemědělských plodin. Biopaliva druhé generace se vyrábí z nepotravinářských surovin, například ze slámy, dřeva a dřevních odpadů, papíru a jiných. Jejich produkce tedy nevyžaduje zemědělskou půdu, která by se mohla využít pro pěstování potravin. Energie pro získání vstupní suroviny je nižší. Vyžadují však náročnější technologii, proto se teprve začínají rozšiřovat.

Většina obnovitelných zdrojů se využívá pro získávání tepla nebo elektřiny. Tekutá biopaliva jsou (vedle obnovitelné elektřiny pro elektromobily a pohon vlaků, tramvají a podobných) jednou z mála možností, jak obnovitelné zdroje využít v dopravě. Doprava je přitom významným spotřebitelem energie a spotřeba v tomto sektoru neustále stoupá. To je i jedna z příčin, proč je globální snižování emisí CO₂

tak obtížné – nárůst emisí v dopravě do značné míry pohltí to, co se v jiných sektorech ušetří.

Významnou výhodou biopaliv (nejen tekutých) je to, že slouží současně jako akumulátor energie, neboť je lze poměrně jednoduše a dlouhodobě skladovat. To se o teplotu nebo elektřinu říci nedá.

Vstupní surovinou pro výrobu bionafty je olej, který se získává lisováním většinou řepkového semene, lze ale použít i jiné olejnaté plodiny, např. slunečnici, sóju. Použít se dá i upotřebený fritovací olej, palmový olej nebo jiné rostlinné oleje. Působením katalyzátoru a vysoké teploty se řepkový olej mění na metylester řepkového oleje.

Protože výroba metylesteru je dražší než běžná motorová nafta, mísí se s některými lehkými ropnými produkty, nebo s lineárními alfa-olefiny, aby jeho cena mohla konkurovat běžné motorové naftě. Cenu snižuje také osvobození biosložky od spotřební daně.

Výhodou bionafty je, že se dá bez problémů míchat s ropnou naftou. Při nízkém podílu bionafty není třeba upravovat motory vozidel. Bionafta při provozu vozidla snižuje kouřivost a motor má nižší emise. Při úniku je mnohem méně nebezpečná pro životní prostředí, mnohem lépe se biologicky odbourává. Pro využití bionafty rovněž není třeba budovat speciální čerpací stanice.

Rostlinné oleje lze spalovat v upravených dieslových motorech přímo. Oproti výrobě bionafty tak odpadá proces esterifikace. Zásadní nevýhodou je, že motor je třeba pro spalování oleje upravit. Úprava spočívá především v doplnění tepelného výměníku, kde se olej zahřeje přibližně na 80 °C, aby tak klesla jeho viskozita a olej mohl vstoupit do vstřikovacího čerpadla motoru. Upravené automobily startují na ropnou naftu a teprve po zahřátí motoru se přepne na provoz s olejem. Před ukončením jízdy je nutno opět přepnout na naftu, aby olej nezůstal ve vstřikovacím čerpadle. Existují i systémy, kde se nafta nepoužívá vůbec a olej je ohříván elektricky. U některých motorů se doporučuje míchat olej s naftou nebo bionaftou, aby se snížila viskozita.

Využití rostlinných olejů jako paliva však naráží na přístup výrobců motorů vozidel, kteří pro své motory doporučují provoz pouze s naftou nebo s bionaftou. Podle silničního zákona lze vozidlo provozovat jen s pohonnými hmotami předepsanými výrobcem, palivo musí vyhovovat příslušným normám. Z tohoto pohledu je provoz většiny automobilů na olej problematický.

Bioetanol (bioláh) lze získat z mnoha zemědělských plodin: z obilí, brambor, cukrové řepy, kukuřice a dalších. Čím více sacharidů nebo škrobu rostlina obsahuje, tím je výnos etanolu vyšší. Etanol lze získat i ze slámy a dalších rostlinných zbytků, dřeva a celulózných odpadů, dokonce i ze starého papíru. Výhodou je, že jejich výroba nekonkuruje produkci potravin a nezvyšuje jejich ceny.

Etanol se získává destilací zkvašených cukernatých roztoků. Kvašením se glukóza rozkládá na etanol a CO₂. Cukernaté plodiny se kvasí přímo, v případě škrobnatých plodin (brambory) je nutno škroby nejprve enzymaticky rozložit na cukr a vodu. Při použití lignocelulózných surovin (dřevo, sláma, papír), je enzymatický rozklad technologicky složitější a zatím poměrně drahý.

Pokud je podíl etanolu v benzínu malý, motor žádné úpravy nepotřebuje. V současnosti se v ČR podle zákona do benzínu přimíchává 3,5 % bioetanolu. Palivo E 85 je v ČR o málo levnější než benzín, avšak při změně sazby spotřební daně může být výrazně levnější. Je ale třeba počítat s tím, že vozidla s tímto palivem mají vyšší spotřebu kvůli nižšímu energetickému obsahu bioetanolu oproti benzínu.

Výhodou použití etanolu je jeho ekologická čistota a antidetonační vlastnosti. Nedostatkem etanolu jako paliva je schopnost vázat vodu a působit korozi motoru, což lze odstranit přidáním antikoročních přípravků. (Ministerstvo životního prostředí)

2.4 Obilí

Dnes je již jisté, že toto palivo má své opodstatnění a jeho význam, jako paliva bude růst. Důkazem, že využití obilí jako paliva, má i další nezanedbatelné efekty je situace s obilím za poslední dva roky. Vloni byla nadúroda a vznikl veliký problém co s obilím, kde jej uskladnit a za jakou cenu se podaří prodat. Letos je zase mnoho obilí nekvalitního a zase zemědělci neví co s ním a prodejní ceny jsou hluboko pod výrobními náklady. Při tom by plošné spalování obilí mohlo tuto situaci řešit. Spalování obilí v elektrárnách může řešit pouze momentální situaci, nikoliv řešit situaci systematicky. Tato úvaha vychází z ceny paliva. Pro elektrárny se pohybuje kolem 1000 Kč/t a takováto cena je pro zemědělce nepřijatelná. Pro vytápění malých objektů je situace jiná. Pokud počítáme, že na průměrný rodinný dům je zapotřebí cca 6 tun obilí na rok a pokud vezmeme, že přijatelná cena plně automatizovaného topení na rok je do 20 000 Kč, vychází realizační cena 1 t obilí

pro topení 3 333 Kč. Je to sice cena s DPH a dovozem k zákazníkovi, ale s ohledem, že se jedná převážně o prodej mezi „sousedy“ je to cena přijatelná. Dále se za tuto cenu dá prodat i odpad, který je dnes odvážen na skládku. Nezanedbatelné také je, že obilí není třeba čistit a třídít a v některých případech je možné jej prodat „přímo z pole“.

Obilí lze podle vhodnosti ke spalování seřadit od ovesa jako nejjednodušší, pak žito, pak ječmen a nejsložitější je spalování pšenice. Vynikající palivo je kukuřice a zlomky z kukuřice, ale lze spalovat i hořčice, odpad z čištění osiva trav (Verner, 2005).

2.5 Lisování biomasy a její spalování

Veškerá zařízení potřebná ke sklizni a přípravě biopaliv jsou v podstatě vyvinuta i když někdy jen ve stadiu prototypu, jako je tomu například u strojů na sklizeň rychle rostoucích dřevin. Většinou se však používají k získávání biopaliv běžné zemědělské a lesnické stroje, doplňované zařízením na briketování. Zde je nutné zdůraznit, že spotřeba energie na úpravu pevných biopaliv při briketování zpravidla nepřevyšuje 5 - 6 % energetického obsahu daného paliva, ale cenový podíl je vyšší. Rozhodujícím faktorem v nákladovosti tvarovaných biopaliv jsou odpisy zařízení a budov a osobní náklady personálu. Proto technologické linky výroby tvarovaných biopaliv musí být plně během roku využity - nejlépe ve dvou směnách. Jen tak mohou tvarovaná paliva dosáhnout nižší cenu než srovnatelné hnědé uhlí. Ceny tvarovaných biopaliv se pohybují od 1 500 do 3 000 Kč za tunu, sláma v obřích balících a dřevní štěpka přijde na 500 až 700 Kč za tunu (Sladký, 2002).

Technologie briketování využívá mechanických a chemických vlastností materiálů, které se použitím vysokotlakého lisování zhutňují do kompaktních tvarů bez přídavku pojiva s využitím pryskyřic obsažených v materiálu. Působením vysokého tlaku a tepla se uvolní z buněčných struktur dřeva lignin a spojí tak jednotlivé částice do kompaktní brikety.

Při briketování bez pojidel proběhne přiblížení jednotlivých částíček na minimální molekulovou vzdálenost. Mluví se o vzdálenosti, při které jsou účinné síly ve formě Van der Waalových sil. Uvedené pohyby molekul mohou proběhnout jen za velmi vysokých tlaků.

Základním vstupním parametrem je vlhkost, která je důležitá pro lisování dendromasy. Pokud vlhkost přesáhne hranici 20 %, tak se dendromasa v lisovací komoře nezhutní do požadovaného rozměru a briketa se rozpadne. Maximálně se doporučuje vlhkost do 15 %.

Lisovací tlaky si briketovací lis, obrázek 1, volí v závislosti na vstupu lisovaného materiálu. Velikost lisovacího tlaku závisí na materiálu, který lisujeme a na jeho vlhkosti, která je po dobu měření neměnná. Výstupní průměr briket je 65 mm. Průměr lisovacího pístu je 140 mm. Pro určité materiály, které se nezhutnily při dosažitelném lisovacím tlaku, musíme použít vyšších lisovacích tlaků. Pokud je briketa z dendromasy více zhutněna, tak síla, která je potřebná na porušení bude vyšší. Čím více rozdružené dendromasy se dostane do lisovací komory, tím bude briketa delší, a odporem, který vznikne v zúžené části matrice lisování, vznikne vyšší lisovací tlak (Plíštil, Hutla, & Roy, 2005).



Obrázek 1: Briketovací lis BrikStar 50

<http://biom.cz/cz/obrazek/briketovaci-lis-brikstar-50>

Topenářské vlastnosti biopaliv se od uhlí a koksu liší zejména vysokým obsahem zplyňujících - těkavých látek (až 80 %) a malým podílem zbytku

vytvářejícího dlouho žhnoucí hmotu podobnou například koksu, předávající svůj obsah energie radiací. Biopaliva předávají tudíž svoji energii především konvekcí na teplosměnných plochách - ovšem v dokonale vyhořelém stavu. Menší objemová hmotnost, nižší výhřevnost, vyšší obsah vody a vysoký podíl zplyňujících látek ovlivňují zásadně konstrukci topenišť na biopaliva. Ta musí zajistit požadovanou zásobu paliva s možností předsušení, zplynování paliva a prohoření spalných plynů před jejich dotekem s teplosměnnými plochami.

Už při teplotách nad 200 °C (kdy z paliva byla před tím odpařena voda) začíná zplynování, které je charakteristické pro spalování biopaliv. Probíhá do teploty 600 °C a trvá velmi krátkou dobu. U štěpky 10 - 12 minut. Zbývá, odplyněná hmotu tvořená převážně žhnoucím uhlíkem prohořívá v podstatě přímým oksyločováním bez výraznějšího plamene po dobu asi 45 minut. Tato doba platí pro polínka, polena, brikety prohořívají déle, štěpka kratší dobu. V praxi jsou obě fáze hoření biopaliv těžko odlišitelné, neboť hranici ovlivňuje nově dodávané palivo. Pouze u dřevozplyňujících kotlů je možno tento jev pozorovat. Vznikající spalné plyny přecházejí přes žhnoucí zbytky před tím odplyněného paliva, což je velmi žádoucí s ohledem na nezbytné krakování dehtů, rozklad vody, obohacení spalných plynů hořlavinou a rovnoměrnost hoření.

Velké množství vznikajících plynů v relativně nerovnoměrném toku daném palivem podmiňuje zcela odlišné provedení topenišť na spalování pevných biopaliv od topenišť na pevná fosilní paliva, zejména koks. Vzniklé plyny, zejména při teplotách pod 600 °C, špatně prohořívají - odtud dým, neboť jejich "hutnost" zabraňuje vniknutí spalného vzduchu a řádnému oksyločení. Nepostačuje dodávka vzduchu roštem a je nezbytné nuceně přimíchávat takzvané sekundární a u velkých kotlů i terciální vzduch do hořících plynů, jejichž plameny dosahují značných délek. Svými dlouhými plameny se topeniště na biopaliva podobají skutečně plynovým kotlům s centrálním hořákem. U topenišť s tepelným výkonem 1 MW byly naměřeny až pětmetrové délky plamenů. To spolu s ostatními aspekty podmiňuje podstatně větší rozměry topenišť a kotlů na biopaliva, než je tomu u fosilních paliv. Hořící plyny nesmí být nikde ochlazovány, protože jinak okamžitě nastává tvorba sazí a klesá účinnost kotle. Pokud se biopaliva spalují v neupravených kotlích na koks, nikdy se nedosáhne plného výkonu a účinnosti, kotle se zanášejí a mnoho energie utíká s dlouhými plameny za kotel do komína. Kromě toho dochází ke vzniku nežádoucích, škodlivých emisí.

V České republice se používají v podstatě čtyři hlavní typy topenišť na pevná biopaliva s ohledem na tepelný výkon a určení.

Malá topeniště jsou lokální kamna a krbová kamna do jednotlivých místností a malé dřevozplyňující kotle na kusové dřevo pro vytápění rodinných domků a budov s tepelným výkonem od 5 do 100 kW. V této kategorii jsou nabízeny i automatické kotle na pelety a dřevní štěpku. Záslouhou českých firem ATMOS, VERNER a dalších bylo v posledních letech dodáno jen dřevozplyňujících kotlů na český trh přes 30 000 kusů. Jejich zásluhou se podíl dřeva na tvorbě tepla při vytápění domů zdvojnásobil.

Střední skupina kotlů na spalování dřeva a slámy je zastoupena kotli s tepelným výkonem 100 až 1000 kW. Zahrnuje jednak kotle z dovozu, to jsou dánské PASSATY na slámu a belgické firmy VYNCKE na dřevní odpad. Sem patří i české kotle firem ŠAMATA, VERNER, STEP a TRACTANT FABRI. Dovoz výborných zahraničních kotlů byl umožněn jen díky různým dotacím, neboť jejich cena je až trojnásobná. Patří sem dále i rekonstruované litinové kotle firmy VIADRUS, Bohumín typu VSB IV, kterých bylo pro vytápění větších budov dodáno pro vytápění uhlím a koksem několik tisíc. Tyto litinové kotle vynikají dlouhou životností a mohou po úpravách a doplnění předtopeništi využívat i biopaliva, především tam, kde se nepočítá se zavedením zemního plynu, to je v některých venkovských obcích.

Velké tepelné jednotky s tepelným výkonem od 1 MW do 10 MW jsou v počtu více než 100 kusů používány ve velkých dřevozpracujících podnicích. Většinou se jedná o kotle firem DUKLA, ROUČKA z ČR a dovezené kotle od firmy VOLUND nebo VYNCKE. Kotel firmy VOLUND o tepelném výkonu 5 MW je nasazen ve výtopně v Pelhřimově.

Superveké dovezené tepelné jednotky s výkonem přes 10 MW na spalování dřevního odpadu jsou u nás pravděpodobně zastoupeny v Paskově a ve Štětí.

Pouze zdánlivě zastaralé kotle VSB IV, původně konstruované na spalování koksu a uhlí jsou v současné době často unáhleně vyřazovány přesto, že jako litinové vynikají velkou životností a provozní spolehlivostí. Jsou adaptabilní na úpravu pro spalování zemního plynu a podobně, i když poněkud nákladněji i pro spalování pevných biopaliv. Shodně pro oba, tak rozdílné druhy paliva, je nezbytná rekonstrukce samotného kotle, spočívající ve vyložkování původního topeniště kotle šamotovou vyzdívkou, jak je obvyklé u plynového provedení těchto kotlů.

Rekonstrukce zajišťuje dosažení náhrady sálavé složky přestupu tepla obvyklé u žhnoucího koksu i při spalování zemního plynu nebo plynu z biopaliv. Přídavná vyzdívka také zajišťuje patřičnou prodlevu spalin v prostoru kotle, který po úpravě slouží vlastně jen jako výměník, protože se vlastní proces hoření paliva vyčleňuje mimo prostor stávajícího kotle, a to zařazením přídavného předtopeniště a dohořivací komory. Bez těchto úprav nelze efektivně a ekologicky a při zachování tepelného výkonu biopaliva spalovat. Ve spolupráci VÚZT Řepy a vývojového oddělení závodu ŽDB VIADRUS, Bohumín byly takto rekonstruovány dva litinové kotle VSB IV o tepelném výkonu dvakrát 300 kW v kotelně základní školy v RUDÍKOVĚ, okres Třebíč. Dva kotle byly doplněny jedním velkým zplyňujícím předtopeništěm a dohořivací komorou. Úprava umožnila spalování rozmanitého dřevního odpadu a slaměných briket při zachování původního tepelného výkonu a velmi nízkých emisích. Obdobně vybavuje tyto kotle předtopeništěm i firma VERNER (Sladký, 2002).

Peletový kotel je určen pro vytápění jednoho a více rodinných domů, kanceláří a dílen. Jednoduchou formou lze vyřešit výměnu staršího neekologického kotle s nízkou účinností za moderní automatické a ekologicky šetrné kotle s komfortní obsluhou. Obdobně jako u plynových nebo uhelných kotlů se teplo ze spalování pelet předává topnému médiu, jenž bývá nejčastěji voda. Tepelný výkon peletového kotle pro rodinné domy je nejčastěji v rozmezí 10 až 30 kW a lze zpravidla automaticky regulovat podle požadované teploty v rozsahu 30 až 100 % přísunem paliva a množstvím vháněného vzduchu. Kotle na pelety lze řešit vytápění budov i přípravu teplé užitkové vody a při instalaci je nutné myslet na prostor pro umístění paliva dřevěných, směsných nebo rostlinných pelet.

Pro veškeré peletové kotle jsou bez rozdílu vhodným palivem dřevěné pelety. U některých kotlů je možno použít i jiné pelety, např. rostlinné, kůrové, slámové, apod. O možnostech použití nedřevních (necertifikovaných) pelet se však vždy informujte u výrobce kotle. Některé méně kvalitní směsné pelety totiž mohou peletový kotel poškodit. Pelety mohou být dodány volně ložené na nákladním autu, ve velkoobjemových textilních vacích (big bag), v plastových pytlích o hmotnosti 10 – 25 kg, nebo dodávané cisternovým nákladním autem s možností pneumatické dopravy do skladu pelet.

Pro kotel s jmenovitým výkonem 10 kW (s přihlédnutím ke střední účinnosti kotle 87,5 %) je zapotřebí cca 2,5 kg pelet za hodinu (s výhřevností 18 MJ/t,

respektive 5 kWh/kg). Za celé otopné období, které průměrně odpovídá asi 1500 hodinám provozu kotle na plný výkon, budou zapotřebí přibližně 4,5 tuny dřevěných pelet za rok. Tento výpočet je pouze orientační a v praxi záleží na mnoha faktorech (typ kotle, velikost a zateplení vytápěného objektu, ztráty v systému, typ paliva a další). Při ceně 5000 Kč/t představuje orientační roční náklad na palivo 23 000 Kč.

Při využití rostlinných a jiných směsných druhů pelet, které mají zpravidla nižší výhřevnost, bude zapotřebí cca 3 kg pelet za hodinu, což odpovídá přibližně 5 tunám těchto pelet za rok, tedy asi 20 000 Kč za roční náklady na palivo při počítané ceně 4000 Kč/t rostlinných a jiných směsných pelet na bázi biomasy.

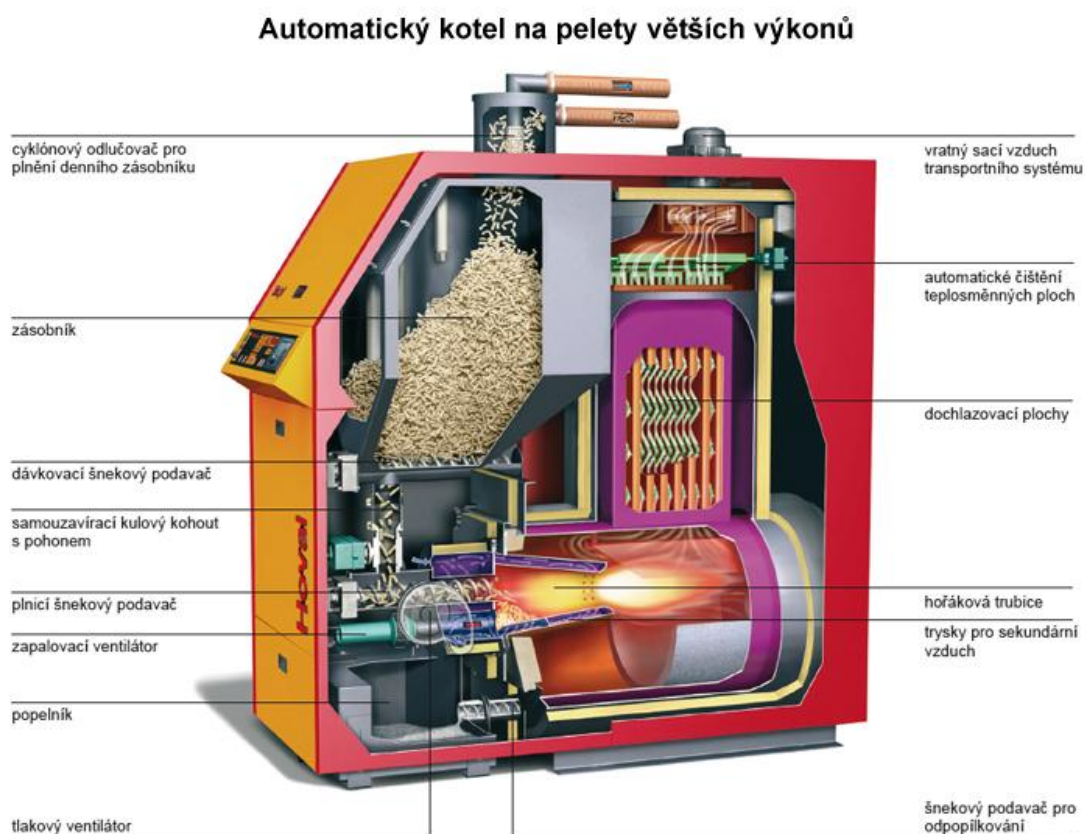
Pro přípravu teplé užitkové vody je nutno kalkulovat s další potřebou tepla přibližně 25 GJ/rok. To představuje asi 1,7 tun pelet (přibližně 8 000 Kč za palivo) ročně navíc a instalaci akumulční nádrže.

Paliva není nedostatek, je možno si jej kdykoliv a v jakémkoliv množství objednat od distributorů nebo ve specializovaném obchodě. Obchodník, který nemá během roku na skladě dostatečné zásoby paliva nebo prodeje řeší formou pořadníku, není kvalitním dodavatelem paliva a je lepší se obrátit na konkurenci. Také ceny pelet se významně liší během roku - v létě bývají zpravidla nejnižší a je dobré nakoupit zásobu na celou zimu, jelikož v zimě ceny pelet narůstají až o 40 %.

Pelety lze skladovat uvnitř vytápěné budovy v odděleném skladovacím prostoru nebo ve stojanu v textilním zásobníku. Uskladnění mimo budovu vyžaduje vybudování speciálního skladu, který lze umístit pod zem. Lze také využít vyřazené nádrže na zemní plyn nebo topný olej. Plnění skladů se doporučuje pneumaticky cisternovým autem, které palivo přivezlo. Sklad by měl být dimenzován pro veškeré množství paliva potřebné na celou topnou sezonu (pro rodinný dům okolo 10 m³). Vlastní přikládání pelet lze řešit např. šnekovým nebo pneumatickým dopravníkem z blízkého skladu pelet, v případě pneumatické dopravy se zde jedná o vzduchotlaké (sací) potrubí.

Moderní peletové kotle jsou plně automatizovaná zařízení s dobrými spalovacími vlastnostmi s nízkými emisemi díky přesnému elektronicky řízenému systému dávkování paliva a spalného vzduchu, jak je zobrazeno na obrázku 2. Tepelný výkon je řízen plynule regulovaným přívodem paliva a vzduchu v závislosti na venkovní teplotě a požadované vnitřní teplotě. Účinnost kotle dosahuje až 94 %. Otopnou plochu lze orientačně stanovit při tepelných ztrátách objektu 50 W/m² a 10 kW výkonu kotle na 200 m². Důležitou součástí peletového kotle je hořák, základní

typy hořáku jsou podsuvný nebo hrncový hořák. Zapalování kotle se děje automaticky horkým vzduchem, přísun paliva do hořáku je také automatický a zpravidla elektronicky řízený. Pelety jsou dávkovány na odhořivací talíř nebo šnekovým dopravníkem do odhořivacího hrnce. Otvor pro komínové připojení je dle platné ČSN realizován nejčastěji v Ø 150 až 200 mm a to podle výkonu a typu kotle a výšky komína (Stupavský, 2010).



Obrázek 2: Automatický kotel na pelety

<http://biom.cz/cz/obrazek/kotel-na-pelety-vetsich-vykonu-hoval-biolyt>

Kotle pro spalování slámy, obrázek 3, která je buď ve formě pelet, nebo slámy řezané (rozdužené) z balíků, případně dělených plástů v případě hranatých balíků. Výroba pelet ze slámy je ekonomicky náročná a pro tyto výkony nevýhodná. Poněkud výhodnější je spalování slámy řezané z celých balíků, totéž platí i pro dělení balíků na plásty a jejich spalování po dopravě do topeniště kotle, nejúspornější varianta je však spalování celých balíků slámy.

Energetická situace v našem státě si ve výše uvedeném rozmezí výkonu vyžádá kotle univerzální, které by ekologicky spalovaly biomasu u slámy ve formě

celých balíků a s minimální úpravou byly schopny spalovat i dřevný odpad, případně uhlí s nízkým obsahem síry. Výrobce kotlů Step Trutnov a.s. zkonstruoval a vyrobil prototypový kotel, který splňuje výše uvedený požadavek a nyní jej provozuje pro svoji potřebu na vytápění výrobních prostor. Využívá zde unikátní konstrukci umožňující spalovat celé balíky bez nutnosti předchozího rozdužení i dělení. Spalování celého balíku slámy (potřebný elektrický příkon motorů k přiložení 6,2 kW) bez rozdužení uspoří investiční i provozní náklady za provoz velký instalovaný elektrický příkon, odpadá přibližně 37 kW (rozdužovací, pneumatická doprava rozdužené slámy, šnekové dopravníky a rotační turniket). V porovnání s dělením odpadá vysoká investice do celého řezacího a podávacího zařízení, instalovaný elektrický příkon je podobný přibližně 7,5 kW.

Teplovodní kotle nové konstrukce ve výrobní řadě od 100 do 600 kW sestávají z předkomory, do které je umístěn celý balík slámy ve vertikální poloze, vlastní spalovací komory, dále spalinového kanálu se zaústěním do vertikálního žárotrubného výměníku. Obě komory jsou z větší části chlazeny vodou. Přesuvný rošt na dně obou komor posouvá slámu ze spodní části balíku a ta postupně dohořívá, popel na konci roštu je vynášen šnekovým dopravníkem ven. Provedení roštu umožňuje stejným způsobem spalovat i dřevní štěpku a kůru. Spalovací komora je opatřena otvory pro přívody sekundárních vzduchů za účelem dokonalého spalování s nízkým obsahem CO. Balíky slámy o rozměrech 80x120x220 cm jsou v horizontální poloze dopraveny řetězovým smýkadlem na sklopené vodou chlazené vrata předkomory. Vrata balík ustaví do vertikální polohy pomocí hydrauliky. Zavřením vrat se balík zasune do předkomory a zároveň se uzavře předkomora. Výkon je regulován počtem cyklů posunu speciálního pístu, který oddělí část slámy z dolní části balíku a posune slámu dále na přesuvný pohyblivý rošt. Vzduch potřebný pro spalování je regulován otáčkami spalinového ventilátoru (změna podtlaku spalin v topeništi) a vzduchovým ventilátorem s přívodem vzduchu k tryskám umístěným na dvou místech spalovací komory.

Po signalizovaném dohoření balíku dojde automaticky k zasunutí dalšího balíku do předkomory, při požadavku nižšího výkonu dochází k časové prodlevě chodu speciálního pístu, a tím i zasunutí dalšího balíku. Prototyp kotle o projektovaném výkonu byl analyzován a měřen ve společnosti Step Trutnov a.s. a prokázal přetížitelnost tepelného výkonu o cca 50 %. Nedostatky, které se objevily v průběhu tří měsíčního provozu, jsou průběžně řešeny. Jedná se o kolísání obsahu

CO v oblasti minimálního výkonu (řešení se nachází v dodržení nízkých podtlaků spalin v topeništi) a plně neodzkoušené spalování dřevní štěpky a uhlí.

Průmyslová využitelnost spočívá ve spalování celých balíků slámy bez nutnosti jejich úpravy a bezporuchové spalování slámy obsahující kameny, hlínu a podobné nehořlavé částice. Dále lze pěti minimálními úpravami přejít na spalování dřevění štěpky a pelet, případně uhlí s nízkým obsahem síry. Zařízení není citlivé na kolísání vlhkosti balíků slámy, tak jak je tomu nyní u všech kotlů.

Uvedený typ kotle umožní provozovatelům plynových kotelen všech resortů dodávku tepla bez závislosti na plynu, náklady na výrobu tepla jsou podstatně nižší, přičemž technické řešení kotle umožňuje ekologické spalování i u jiných druhů biomasy jako je pazdeří, řepková sláma, rákosí, konopí a tak dále (Pavlíček, 2009).



Obrázek 3: Kotel na spalování slámy

<http://biom.cz/cz/obrazek/prisun-sena-do-kotle-pri-zkouskach-ve-florcentru>

3 Metodika

Zpracování této bakalářské práce je zaměřeno na technologickou linku na alternativní spalování obilí nevhodného pro další využití (zkrmování, bioetanol a další). Konkrétní technologická linka byla vybrána v Zemědělském družstvu Nová Včelnice. Předmětem posuzování linky byl její návrh, ověření funkčnosti, hodnocení celkové funkčnosti a ekonomické hodnocení.

Pro zjištění alternativních zdrojů, které by se daly eventuelně spalovat, bylo nutné studium doposud sepsané literatury. Tato část je zaměřena na alternativní zdroje, jejich získávání, zpracování, výhřevnost a zařízení pro spalování.

Pro vypracování bylo důležité získání informací o technickém řešení strojní linky pro spalování alternativních zdrojů, což znamenalo konzultaci s panem předsedou Zemědělského družstva Nová Včelnice, který poskytl informace o chodu, denní spotřebě spalovaného obilí, nákupních cenách nekvalitního obilí, počtu vytápěných budov a jejich rozměrech, pořizovacích nákladech a nákladech variabilních. Dalším krokem bylo získání potřebných podkladů o kotli na spalování obilí od společnosti VERNER a.s. Červený Kostelec. Tyto podklady byly volně přístupné na internetové stránce společnosti VERNER a.s. a prostudovány projekční materiály, ze kterých byly získány potřebné informace o výhřevnosti, rozměrech a funkčnosti.

Závěrem této práce je výpočet a vyhodnocení ekonomického hlediska strojní linky pro spalování alternativních zdrojů. Bylo potřeba vypočítat celkovou vstupní cenu na pořízení kotle, která byla součtem ceny kotle, ceny instalace kotle a ceny elektroinstalace. Vstupní cena je základem pro výpočet odpisů. Vycházelo se ze vztahu 1.

$$C_v = C_k + C_i + C_e \text{ [Kč]} \quad (1)$$

kde: C_v – vstupní cena kotle [Kč]

C_k – cena kotle [Kč]

C_i – cena instalace [Kč]

C_e – cena elektroinstalace [Kč]

Náklady na výrobu šnekového dopravníku, který by dopravoval nekvalitní obilí z venkovního sila do kotelny, byly vypočítány jako náklady materiálu a násobek ceny

práce zaměstnanců, kteří na dopravníku pracovali, času práce stráveného konstrukcí dopravníku a počtem osob podílejících se na činnosti. Vše uvedeno ve vztahu 2.

$$N_d = C_m + (H_{mz} * T_p * P_o) \text{ [Kč]} \quad (2)$$

kde: N_d – náklady dopravníku [Kč]

C_m – cena materiálu [Kč]

H_{mz} – hodinová mzda zaměstnanců [Kč / hod]

T_p – čas práce [hod]

P_o – počet osob

Následně byly vypočítány celkové náklady, které byly dány součtem vstupní ceny kotle a nákladů na dopravník. Dopravník není součástí kotle, a proto výdaje související s jeho pořízením, byly účtovány do nákladů přímo při pořízení. Použit byl vztah 3.

$$C_c = C_v + N_d \text{ [Kč]} \quad (3)$$

kde: C_c – celková cena [Kč]

C_v – vstupní cena kotle [Kč]

N_d – náklady dopravníku [Kč]

Amortizační náklady jsou fixní bez ohledu na využití kotle. Náklady na amortizaci zařízení byly získány odečtením ceny zůstatkové od vstupní ceny kotle a vydělené odpisovou dobou. U topného zařízení je dána zrychlená odpisová doba 10 let. K výpočtu byl použit vztah 4.

$$N_a = \frac{C_v - C_z}{T_f} \text{ [Kč / rok]} \quad (4)$$

kde: N_a – náklady na amortizaci [Kč / rok]

C_v – vstupní cena kotle [Kč]

C_z – cena zůstatková [Kč]

T_f – doba zrychleného odepisování [rok]

Pro vypočítání variabilních nákladů bylo nutné zjistit, kolik dní v roce je topná sezona. Toho bylo dosaženo vynásobením počtu topných dnů v sezoně a počtu topných měsíců v sezoně podle vztahu 5.

$$T_d = T_m * T_{pd} \text{ [dny / rok]} \quad (5)$$

kde: T_d – počet topných dnů v sezoně [dny / rok]
 T_m – počet topných měsíců v sezoně [měsíc / rok]
 T_{pd} – počet topných dnů v měsíci průměrně [dny]

Náklady vynaložené na vyplacení obsluhy byly zjištěny vynásobením počtu topných dnů v sezoně, počtu dnů strávených obsluhou zařízení, počtu hodin denně, hodinovou mzdou vyplácenou zaměstnanci a počtem zaměstnanců. Pro výpočet byl použit vztah 6.

$$N_{mz} = T_d * T_h * P_z * H_m \text{ [Kč / rok]} \quad (6)$$

kde: N_{mz} – náklady na mzdu obsluhu [Kč / rok]
 T_d – počet topných dnů v sezoně [dny / rok]
 T_h – počet hodin denně [hod / dny]
 P_z – počet zaměstnanců
 H_m – hodinová mzda zaměstnance [Kč / hod]

Náklady spojené s nákupem paliva byly vypočítány vynásobením denní spotřeby paliva, počtu dnů v topné sezoně a ceny odpadního paliva. Vypočteno ze vztahu 7.

$$N_p = S_p * T_d * C_{op} \text{ [Kč / rok]} \quad (7)$$

kde: N_p – náklady na odpadní palivo [Kč / rok]
 S_p – spotřeba paliva denně [kg / den]
 T_d – počet topných dnů v sezoně [dny / rok]
 C_{op} – cena odpadního paliva [Kč / kg]

Nakonec byly vypočítány celkové variabilní náklady, které jsou součtem nákladů na palivo, nákladů na mzdu obsluhy, servis kotle a náklady na revizi komína a kouřovodu. Použit byl vztah 8.

$$N_{var} = N_p + N_{mz} + N_s + N_k \text{ [Kč / rok]} \quad (8)$$

kde: N_{var} – roční variabilní náklady [Kč / rok]
 N_p – náklady na palivo [Kč / rok]
 N_{mz} – náklady na mzdu obsluhu [Kč / rok]
 N_s – náklady na servis [Kč / rok]
 N_r – náklady na revizi komína [Kč / rok]

4 Vypracování a ekonomické hodnocení

4.1 Seznámení s provozovnou

Měření bylo prováděno v Zemědělském družstvu Nová Včelnice, kde je zbudována linka na vytápění provozovny spalováním obilí. V podniku řešili otázku vytápění zemědělských budov a hledali nejvýhodnější řešení, jak toho docílit. Bylo nutno vytopit za nízkých ekonomických výdajů 12 místností o celkové výměře 322 m² a o průměrné teplotě 20 °C. Dříve vytápění zajišťoval kotel CFT Carborobot. Kotel však už nevyhovoval, byl poměrně zastaralý a provoz byl finančně náročný. Palivo, kterým se v kotli topilo, byl koks, který je dnes poměrně drahý. Díky těmto faktorům se rozhodli o koupi kotle na spalování obilí.

Jde o linku tvořenou kotlem od společnosti VERNER a.s. a byl zakoupen v roce 2009. V tomto kotli však lze spalovat i jiné alternativní zdroje. Šnekový dopravník je domácí výroby. Pomocí něho je dopravováno obilí z venkovního sila do kotelny, kde obsluha plní vestavěnou násypku kotle. Pro obsluhu kotle postačí pouze jedna osoba. Plnění vestavěné násypky kotle je nutné doplňovat denně. K uskladnění nekvalitního obilí určeného pro spalování bylo využito venkovního sila. Toto silo bylo součástí podniku a nemělo dříve žádné využití. Venkovní silo má objemovou kapacitu 5 tun. Obilí uskladněné ve venkovním silu není potřeba dosušovat, neboť dosahuje vyhovující vlhkosti pro spalování. Venkovní silo je doplňováno každý měsíc.

4.2 Kotel

V podniku je zabudován kotel, jak už bylo zmíněno výše, od společnosti VERNER a.s., která se nezabývá pouze výrobou a distribucí kotlů pro spalování obilí, ale i například kotli pro spalování kusového dřeva, krbovými kamny, interiérovými kotli a automatickými kotli.

Kotel, který využívají v podniku, je automatický kotel A 501 zobrazený na obrázku 4.



Obrázek 4: Automatický kotel VERNER A 501

<http://www.kotle-verner.cz/vyrobky/automaticke-kotle/verner-a501-verner-a501ls>

Kotel zajišťuje plně automatický provoz od dopravy paliva, jeho zapálení, až po transport popela. Základní násypka zajišťuje několikadenní provoz. V kotli je možno spalovat zemědělské produkty, kterými jsou například pšenice, kukuřice, oves. Dále je možné zde spalovat pelety z řepky, pelety z kukuřice, dřevní pelety s kůrou a dřevní pelety, což je výhodné v případě, kdyby původního paliva, ke kterému byl kotel koupen, bylo nedostatečné množství nebo jeho cena byla vysoká a tím by se spalování stávalo po ekonomické stránce nevýhodné. Kotel je vyroben z jakostní oceli a speciální žáruvzdorné keramiky. Je možná také varianta s dělicí přepážkou, která je vhodná v případě spalování více druhů paliv najednou.

Palivo z externího zásobníku (venkovního sila) do kotelny zajišťuje šnekový dopravník. Zde obsluha nasype palivo do vestavěného zásobníku (násypky) a odtud přes šnekový dopravník do spadu, kde propadává do hořáku. V případě, že by kotel

měl vestavěný zásobník od výrobce a byl ve standardním provedení, dosahoval by hodnot v tabulce 1.

Tabulka 1: Parametry kotle A 501 ve standardním provedení

Parametry ve standardním provedení	Jednotky	Obilniny		Pelety	
		Obilí	Kukuřice	Alternativní	Dřevěné
Hmotnost paliva v zásobníku o objemu 240 l	kg	120 – 160	170	100 – 170	180
Doba provozu kotle na 1 zásobník při plném výkonu	hod	9 – 12	14	8 – 14	15
Doba provozu kotle na 1 zásobník při běžném provozu	dny	1 – 2	2,5	1 - 2,5	3
Doba provozu kotle na 1 zásobník při temperování objektu	dny	2 – 4	5	2 – 5	6

Rozptylovač zajišťuje rovnoměrné rozmístění paliva po ploše roštu. Palivo je poté automaticky zapáleno elektrickým horkovzdušným systémem. Inteligentní elektrická regulace řídí přesné dávkování paliva a vzduchu v hořáku na základě vyhodnocení údajů o teplotě výstupní vody, teplotě spalin a informací z pokojového termostatu nebo venkovního čidla s nadřazeným řídicím systémem. Vzduch potřebný pro hoření zajišťuje vícestupňový přetlakový ventilátor. V hořáku se palivo spaluje. Nespalitelné zbytky jsou vytlačovány unikátním pohyblivým roštem, který zajišťuje pohyb paliva ve spalovacím prostoru. Tímto způsobem je umožněno bezproblémové spalování i paliva, která při hoření tvoří strusku, jako jsou například pšenice nebo pelety ze slámy. Popel z dokonale prohořelého paliva je pohyblivým roštem dopravován do popelníku. V případě zakoupení externího automatického odpopelnění je popel vynášen šnekovým dopravníkem přímo do zásobníku mimo prostor kotle. Roštování je poháněno reverzním chodem pohonu plnicího dopravníku. Spaliny proudí výměníkem, kde předávají teplo do topné vody. Ochlazené spaliny odchází výstupním hrdlem do komína. Vzduch potřebný pro

spalování dodává přetlakový ventilátor. Primární vzduch se přivádí do paliva spárami v roštu. Sekundární vzduch se do hořáku přivádí spadem paliva a otvory v zadní stěně hořáku.

Je-li sepnut pokojový termostat, nastává zátop. Sepne se přívod do elektrické topné tyče a plnicí dopravník nasype do hořáku zátopovou dávku paliva. Po několika minutách, během nichž se nahřívá zapalovací tyč, se spustí ventilátor. Zapalovací tyč ohřívá vzduch, který proudí do hořáku otvory ve spodní části jeho zadní stěny. Během několika minut dojde k vznícení paliva. Čidlo spalín v kotli zaznamenává zvýšenou teplotu a vypne se zapalovací tyč. Následuje rozehrívací provoz, během něhož se zvolna zvyšuje intenzita plnění palivem až na hodnotu pro 100 % výkon. Pokud byl kotel odstaven jen na krátkou dobu, regulátor nespíná zapalovací tyč. Hoření se obvykle obnoví díky žhnoucímu zbytku paliva v hořáku. V případě, že se hoření neobnoví během několika minut, zapalovací tyč se samovolně sepne. Pokud během celého zátopu nedojde k odpovídajícímu nárůstu teploty, regulátor kotel odstaví a na displeji se zobrazí „porucha – nezapáleno“

Po proběhnutí zátopu přejde kotel do provozu. Ve stanovených intervalech spíná plnicí dopravník a pracuje ventilátor. Regulátor průběžně koriguje výkon, což jsou otáčky ventilátoru a množství přiváděného paliva tak, aby teplota vody na výstupu z kotle byla 5 stupňů pod nastavenou hodnotou. K roštování dochází v intervalech nastavených pro jednotlivá paliva. Je-li přimontováno přídavné odpopelňovací zařízení, dochází během provozu v nastavených intervalech ke spínání popelového dopravníku. S klesajícím výkonem se intervaly roštování odpopelňování prodlužují.

Pokud je odběr nižší než minimální výkon kotle a teplota vody překročí nastavenou hodnotu, regulátor kotel odstaví. K odstavení dojde rovněž je-li rozepnut pokojový termostat, přestane se podávat palivo. Po dobu 3 minut ještě pracuje ventilátor, aby došlo k dohoření prachových složek paliva v hořáku a na displeji je zobrazeno „doběh“. U některých paliv, jako jsou například obilniny, po doběhu několik minut pracuje ventilátor a několikrát proběhne roštování, tak aby došlo k úplnému vyhoření paliva v hořáku. Na displeji je zobrazeno „dohořivací provoz“. Ventilátor vypne a kotel přejde do odstávky. Zobrazí se „odstávka“. Ukončení odstávky a opětovné uvedení do provozu nastane automaticky, když uběhne nastavená doba odstávky, která je minimálně 1 hodina. Teplota vody je minimálně 10 °C pod nastavenou hodnotou a zároveň je sepnut pokojový termostat.

Kotel je v kotelně nutno umístit tak, aby před čelní stěnou (stěna s regulačním panelem) byl volný prostor minimálně 1 metr. Okolo jedné z bočních stran by měl být volný prostor 1 metr, kolem zadní a druhé boční strany má být volný prostor alespoň 0,3 metru. Nad kotlem musí být volný prostor minimálně 0,7 metru. Tento prostor je nutný pro základní obsluhu a údržbu kotle, popřípadě jeho opravy. Pokud to dané umístění kotle vyžaduje, lze víko násypky přenastavit tak, aby se otevíralo na opačnou stranu. Polohu pantů a zavíracích třmenů je nutno seřídít tak, aby hrana násypky dosedala s předpětím na těsnící šňůru. Kotel musí být instalován tak, aby byly dodrženy požadavky ČSN 06 1008 – Požární bezpečnost lokálních spotřebičů a zdrojů tepla. Kotel musí být umístěn na nehořlavé, tepelně izolující podložce, přesahující jeho půdorys na straně dolních dvířek nejméně o 300 milimetrů a na ostatních stranách nejméně o 100 milimetrů. Dále je nutno dodržet minimální předepsané bezpečnostní vzdálenosti vnějších obrysů kotle a kouřovodu od hmot těžce a středně hořlavých.

Obsluha je povinna průběžně kontrolovat kvalitu spalování. Během provozu je možné nahlédnout spodními dvířky na plamen. Dlouhý čadivý plamen ukazuje na nadbytek paliva, krátký roztřepený na jeho nedostatek. Množství paliva seřídíme korekcí intenzity plnění, případně provedeme váhovou kalibraci. O kvalitě spalování se můžeme přesvědčit, podíváme-li se na kouř vystupující z komína. Při kvalitním spalování není kouř vůbec vidět. Světle bílý kouř, který se ihned rozplývá, není na závadu. Je způsoben vodní párou, která vzniká spalováním a vlhkostí paliva. Rovněž tak vzhled a množství popela vypovídá o kvalitě spalování. Popel nesmí obsahovat nadměrné množství spalitelných zbytků. Jeho hmotnost musí odpovídat hmotnostnímu podílu v palivu. Hořící vrstva paliva během provozu by měla být silná 2 – 5 centimetrů. O kvalitě vypovídá i zanášení výměníku. Šedivý povrch ukazuje na kvalitní spalování, černý sazový povrch na nekvalitní spalování.

Teplosměnné plochy kotle se zanášejí minimálně, přesto se doporučuje jednou týdně zkontrolovat spalínový výměník a boční stěny nad výstupem spalovací komory a odstranit případné nánosy z teplostěnných ploch. Trubky se čistí vymetacím talířem. Za tímto účelem je třeba sejmout vrchní kryt a po odšroubování matic otevřít horní dvířka. Po čištění trubek je nutno otevřít spodní dvířka, vyjmout víko obratové komory výměníku a odstranit nánosy z obratové komory nad hořákem. Dále odmontujeme víčko spadu a zkontrolujeme, zda-li není průřez spadu zúžen nánosy. Při každém doplňování paliva je nutno kontrolovat, není-li zanesen hořák

a odstranit případné nápeky na roštu, roštnicích a stěnách hořáku. Rovněž je nutno kontrolovat, nejsou-li zaneseny přívodní otvory vzduchu v zadní stěně hořáku. Pokud použité palivo způsobuje nadměrné zanášení hořáku, je nutno provádět jeho čištění tak často, aby tloušťka nápeku nebyla větší než 2 centimetry.

Při provozu kotle je nutné kontrolovat množství topné vody (tlak), těsnost a sesazení kouřovodu. Dále je třeba průběžně kontrolovat stav keramických tvarovek a těsnost horních a dolních dvířek. Je třeba kontrolovat polohu a stav roštnic. Pokud nedochází k roštování, musí být roštnice zasunuté v zadní poloze, přičemž ve spodní poloze smí zuby roštnic vyčnívat maximálně 10 milimetrů nad rošt. Během provozu kotle mohou vlivem teplotních cyklů v keramických tvarovkách vznikat praskliny. Výměnu takové tvarovky provádíme teprve v případě, že její stav zhoršuje celkovou funkci kotle. Je třeba kontrolovat průchodnost kouřovodu a komína.

4.3 Parametry kotle

V následující tabulce 2 jsou uvedeny technické údaje kotle VERNER A 501 pro spalování různého materiálu.

Tabulka 2: Technické údaje kotle VERNER A 501 pro různý materiál

VERNER A 501 - technické údaje		Obilí	Kukuřice	Alternativní pelety	Dřevní pelety
Jmenovitý výkon	kW	48	48	48	48 - 53
Účinnost	%	85 – 91	91	91	92,7
Spotřeba paliva při jmenovitém výkonu	kg / hod	12 – 14	12	13	10,5
Objem vodní náplně	l	95	95	95	95
Emisní třída		3	3	3	3
Předepsaný provozní tah komína	Pa	15 – 30	15 – 30	15 - 30	15 – 30
Přívodní napětí	V / Hz	230 / 50	230 / 50	230 / 50	230 / 50

4.4 Ekonomické hodnocení

Ekonomické hodnocení vytápění provozovny obilím vychází z výpočtů souvisejících s celkovým technologickým řešením. Do nákladových investic jsou započítány pořizovací náklady, náklady na montáž a servis topného zařízení, náklady

na revizi komína, cena nakupovaného obilného odpadu, mzdy, uskladnění a náklady na konstrukci šnekového dopravníku. Při řešení ekonomického hlediska se musí počítat i s tím, že topná sezona netrvá celý rok, nýbrž pouze určitý počet měsíců, kdy je nutno topit. Veškeré cenové údaje byly zjišťovány a konzultovány s předsedou Zemědělského družstva Nová Včelnice panem Raušem.

V ekonomické bilanci návrhu strojní linky pro alternativní vytápění je nejvyšší prvotnou investicí nákupní cena topného zařízení (kotle). Zemědělské družstvo Nová Včelnice si nechalo vypracovat kompletní plány pro návrh, instalaci a elektroinstalaci topného zařízení od firmy, která prošla výběrovým řízením a poskytla nejvýhodnější alternativu. Oslovená firma provedla analýzu objektu a předložila dokumentaci o vypracování finančních výdajů instalace topného zařízení pro vytápění objektu o rozloze 322 m².

Vstupní cena na pořízení a instalaci topného zařízení činila 230 000 Kč. Cena samotného topného zařízení (kotle) byla 195 000 Kč. Do vstupní ceny topného zařízení a jeho instalace je třeba započítat i náklady spojené s elektroinstalací, které činily 5 000 Kč. Vycházelo se podle vztahu 1.

Další položkou, kterou bylo třeba započítat do nákladů, byly náklady na stavbu šnekového dopravníku. Ty činily 2 000 Kč. Šnekový dopravník si sestavilo Zemědělské družstvo Nová Včelnice samo. Pracovali na něm dva pracovníci o hodinové mzdě 150 Kč a činnost jim trvala 2 hodiny. Pro výpočet byl zvolen vztah 2.

Celková cena, kterou muselo Zemědělské družstvo Nová Včelnice uhradit, vycházela na 232 000 Kč. Došlo se k výsledku použitím vztahu 3. Kompletní rozpis cen je rozepsán v tabulce 3.

Tabulka 3: Rozpis celkových nákladů

		Kč			Kč
Vstupní cena kotle	C _v	230 000	Cena kotle	C _k	195 000
			Cena instalace	C _i	30 000
			Cena elektroinstalace	C _e	5 000
Náklady dopravníku	N _d	2 000	Cena materiálu	C _m	1 400
			Hodinová mzda zaměstnanců	H _{mz}	150
Celková cena	C _c	232 000			

V úvahu byl brán zrychlený odpis podle zákona o dani z příjmu. Topné zařízení (kotel) se řadí do 3. odpisové skupiny, kdy je zařízení odepisováno 10 let. K výpočtu zrychleného odpisu byl použit vztah 4. Výsledky vypočtené na 10 let zrychleného odepisování jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4: Zrychlená odpisová sazba na 10 let

Pořadí	Rok	Zůstatková cena na počátku	Roční odpisy	Oprávký celkem	Zůstatková cena na konci
		Kč	Kč	Kč	Kč
1	2009	230 000	23 000	23 000	207 000
2	2010	207 000	41 400	64 400	165 600
3	2011	165 600	36 800	101 200	128 800
4	2012	128 800	32 200	133 400	96 600
5	2013	96 600	27 600	161 000	69 000
6	2014	69 000	23 000	184 000	46 000
7	2015	46 000	18 400	202 400	27 600
8	2016	27 600	13 800	216 200	13 800
9	2017	13 800	9 200	225 400	4 600
10	2018	4 600	4 600	230 000	0

Jak už bylo zmíněno dříve, nekvalitní obilí je uskladňováno ve venkovním silu. Silo má však kapacitu pouze na 5 tun. Následkem toho je potřeba každý měsíc doplňovat do venkovního sila nekvalitní obilí, jelikož se denně spálí 140 kg. Doplnění si zajišťuje Zemědělské družstvo Nová Včelnice samo vlastní technikou.

Topná sezona se každý rok mění. Tím se mění i množství spáleného nekvalitního obilí. Jelikož tento rok zima stále trvá, byly použity hodnoty z předešlého roku, tedy ze zimy roku 2011/2012. Ve zmíněném období se topilo 7 měsíců. Každý měsíc má však rozdílný počet dní, tato skutečnost byla vzata v úvahu a byl vypočítán průměrný počet dnů od října do května, který ve výsledku vyšel na 30 dnů za měsíc. Díky uvedenému výpočtu byl zjištěn celkový počet dnů topné sezony, který činil 210 dnů za rok. Pro výsledek byl použit vztah 5.

Pro celkovou obsluhu topného zařízení (kotle) je potřeba jedna osoba. Obsluhou je každé ráno pomocí šnekového dopravníku naplněn vestavěný zásobník, vynesena popelník se spalinami a v případě zanesení určité části topného zařízení vyčištěn. Průměrný počet hodin strávených těmito úkony vychází na dvě hodiny denně. Hodinová mzda obsluhující osoby vychází na 100 Kč. Zaměstnanec je pověřen obsluhou topného zařízení každý den po dobu topné sezony, která byla vypočtena v předešlém výpočtu na 210 dnů v roce. Celkové náklady na obsluhu Zemědělské družstvo Nová Včelnice vyjdou na 42 000 Kč za rok. Výsledek byl zjištěn ze vztahu 6.

Nákupní cena nekvalitního obilí pro Zemědělské družstvo Nová Včelnice jako člena družstva se pohybovala kolem 0,70 Kč za 1 kg. V případě, že by bylo kupováno nekvalitní obilí jako mimočlenské, vyšel by 1 kg na 1,40 Kč. Při denní spotřebě 140 kg nekvalitního obilí a topné sezoně 210 dnů v roce jsou roční výdaje vyčísleny na 20 580 Kč pro členy družstva a 41 160 Kč pokud by nebyly členy družstva. Pro zjištění výsledku byl použit vztah 7.

Do kompletních ročních nákladů bylo potřeba započítat výdaje na roční revizi kouřovodu a komína, která stojí 1 000 Kč a náklady na servis topného zařízení, který je prováděn firmou, jenž topné zařízení instalovala. Tyto náklady se pohybují kolem 4 000 Kč. Celkem Zemědělské družstvo Nová Včelnice zaplatí na variabilních nákladech částku 67 580 Kč za rok, pokud bereme cenu nekvalitního obilí pro členy družstva. V případě, kdybychom kupovali nekvalitní obilí bez členské slevy, konečné náklady by dosahovaly 88 160 Kč za rok. Výsledek byl získán ze vztahu 8. Kompletní rozpis variabilních ročních nákladů je rozepsán v tabulce 5.

Tabulka 5: Rozpis variabilních ročních nákladů

		Druh	Kč / rok
Náklady na odpadní palivo	N_p	Členské	20 580
		Mimočlenské	41 160
Náklady na obsluhu	N_{mz}		42 000
Náklady na servis	N_s		4 000
Náklady na revizi komína	N_r		1 000
Celkové variabilní náklady	N_{var}	Členské	67 580
		Mimočlenské	88 160

5 Závěr

V dnešní době, kdy si lidstvo zvyklo na určitý styl života, je zapotřebí uvědomit si, že jednou nastane den, kdy fosilní paliva dojdou. Proto je důležité zabývat se otázkou všestranného využití biomasy.

V první části mé bakalářské práce jsem se zaměřil na obecný pojem biomasa. Bylo potřeba zjistit, co to je biomasa, její složení, kde se získává a k čemu se dá využít. Je třeba si uvědomit, že převážná část biomasy zůstává nevyužita na místě, kde byla získána, aniž by byla dále zpracována. Tento postup je velkým plýtváním přírodních zdrojů. Po těžbě v lesích by se z kůry stromů a větví dala udělat štěpka. Místo toho je tento materiál ponechán v lese. Na polích po sklizni zůstává ležet sláma a později je zaorána. Přitom by se dala využít v balících jako topný materiál.

Poté jsem se věnoval zpracování určitých druhů biomasy, jako je například lisování a následné její využití. Mezi využití bych rád zařadil dříve zmíněné spalování za účelem získávání tepla. Městské teplárny spalují fosilní paliva, přitom by mohly spalovat balíky slámy s lepším ekonomickým efektem. Hlavní výhodou paliva z biomasy je nízké množství škodlivého CO₂ vypouštěného spalováním do ovzduší.

Další část práce byla praktická. Měl jsem za úkol navrhnout a následně ekonomicky ohodnotit technologickou linku pro vytápění provozovny zemědělského podniku nekvalitním obilím. K tomuto úkolu jsem oslovil Zemědělské družstvo Nová Včelnice, kde je tato linka v provozu. Popsal jsem celkovou strojní linku od zásobníku na nekvalitní obilí (venkovního sila), po šnekový dopravník až k samotnému spalovacímu zařízení neboli kotli. Kotel byl vyroben firmou VERNER a.s. Červený Kostelec, která se zabývá nejen výrobou a distribucí kotlů pro spalování nekvalitního obilí, ale i například kotli pro spalování kusového dřeva, krbovými kamny, interiérovými kotli a automatickými kotli. V mém případě jde o automatický kotel typu A 501. V bakalářské práci jsou popsány technické parametry kotle, jeho umístění, instalace, správná manipulace, čištění a údržba kotle.

Na závěr mé bakalářské práce jsem zhodnotil dosažené výsledky mé studie a vyhodnotil význam použití spalování nekvalitního obilí v Zemědělském družstvu. Na první pohled velké vstupní náklady na pořízení kotle pro využití spalování nekvalitního obilí se zdají vysoké, ale nákladovost na pořizování paliva (nekvalitního

obilí) není z ekonomického hlediska vysoká. Celková cena dosahovala 232 000 Kč. Jsou v ní započítány náklady na koupi, instalaci a elektroinstalaci kotle. Dále jsou do ní započteny náklady na šnekový dopravník. V úvahu jsem musel také vzít daňové odpisy. Spalovací zařízení bylo odepisováno zrychleným způsobem po dobu 10 let.

Variabilní náklady bylo nutno rozdělit do dvou odlišných cenových kategorií podle ceny nakupovaného nekvalitního obilí. Variabilní náklady pro členy družstva i pro mnou zvolené Zemědělské družstvo by činily 67 850 Kč za rok. Pokud by Zemědělské družstvo nebylo členem družstva, variabilní náklady by stouply na 88 160 Kč za rok. V obou variantách jsou započteny náklady na nákup nekvalitního obilí, náklady na obsluhu a náklady na servis a revizi komína.

Cena 67 850 Kč za rok na vytápění provozovny nekvalitním obilím má pro Zemědělské družstvo smysl. Tato varianta má pro vytápění zmiňovaného Zemědělského družstva ekonomický a ekologický význam.

6 Seznam použité literatury

Abrham, Z., & Andert, D. (25. Listopad 2012). *Biom.cz*. Získáno 19. Únor 2013, z Energetický potenciál a ekonomika odpadní zemědělské biomasy z obilovin a olejnin: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticky-potencial-a-ekonomika-odpadni-zemedelske-biomasy-z-obilovin-a-olejnin>

Bufka, A., & Rosecký, D. (13. Leden 2013). *TZB-info*. Získáno 26. Leden 2013, z Obnovitelné zdroje energie v roce 2011 – 2. část: <http://oze.tzb-info.cz/biomasa/9481-obnovitelne-zdroje-energie-v-roce-2011-2-cast>

Kára, J. (24. Listopad 2003). *Biom.cz*. Získáno 26. Leden 2013, z Sláma jako palivo - technické předpoklady a ekonomika: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/slama-jako-palivo-technicke-predpoklady-a-ekonomika>

Ministerstvo životního prostředí. (nedatováno). Získáno 27. Leden 2013, z Tekutá biopaliva: http://www.mzp.cz/cz/tekuta_biopaliva

Noskievič, P., & kolektiv. (1996). *Biomasa a její energetické využití*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava.

Pavlíček, L. (19. Únor 2009). *Biom.cz*. Získáno 19. Únor 2013, z Univerzální kotel na spalování (nejen) celých balíků slámy: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/univerzalni-kotel-na-spalovani-nejen-celych-baliku-slamy>

Plíšťil, D., Hutla, P., & Roy, A. (14. Únor 2005). *Biom.cz*. Získáno 19. Únor 2013, z Briketování odpadů z dendromasy a zjištění mechanických parametrů briket: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/briketovani-odpadu-z-dendromasy-a-zjisteni-mechanickych-parametru-briket>

Sladký, V. (7. Leden 2002). *Biom.cz*. Získáno 19. Únor 2013, z Úpravy kotlů pro spalování biopaliv: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/upravy-kotlu-pro-spalovani-biopaliv>

Stupavský, V. (1. Leden 2010). *Biom.cz*. Získáno 26. Leden 2013, z Pelety z biomasy - dřevěné, rostlinné, kůrové pelety: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pelety-z-biomasy-drevene-rostlinne-kurove-pelety>

Stupavský, V. (1. Leden 2010). *Biom.cz*. Získáno 19. Únor 2013, z Kotel na pelety - peletový kotel pro ústřední vytápění: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kotel-na-pelety-peletovy-kotel-pro-ustredni-vytapeni>

Stupavský, V., & Holý, T. (1. Leden 2010). *Biom.cz*. Získáno 26. Leden 2013, z Brikety z biomasy - dřevěné, rostlinné, směsné brikety: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/brikety-z-biomasy-drevene-rostlinne-smesne-brikety>

Verner, V. (26. Září 2005). *Biom.cz*. Získáno 27. Leden 2013, z Topit obilím, nebo ne?: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/topit-obilim-nebo-ne>

Voláková, P. (18. Srpen 2010). *Biom.cz*. Získáno 26. Leden 2013, z Nedocenený zdroj energie: balíková sláma: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nedoceneny-zdroj-energie-balikovana-slama>