

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesnických technologií a staveb



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Efektivita materiálového zhodnocení odpadů a jeho
porovnání s energetickým zhodnocením v
dřevozpracujícím podniku**

Bakalářská práce

Marek Prause

Vedoucí práce: doc. Ing. Martin Jankovský, PhD.

2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Marek Prause

Lesnictví

Ekonomika a řízení lesního hospodářství

Název práce

Efektivita materiálového zhodnocení odpadů a jeho porovnání s energetickým zhodnocením v dřevozpracujícím podniku

Název anglicky

Efficiency and feasibility of material and energy utilization of residual dendromass from firewood production

Cíle práce

Student v bakalářské práci porovná efektivnost vybraných metod materiálového zhodnocení zbytkové dendromasy po produkci štípaného palivového dříví v konkrétním dřevozpracujícím podniku a porovná ji s efektivitou přímého energetického zhodnocení těchto odpadů v tom samém modelovém provozu.

Metodika

Student v bakalářské práci porovná technologickou a ekonomickou efektivnost investice v konkrétním dřevozpracujícím podniku do materiálového zhodnocení odpadů z produkce štípaného palivového dříví a porovná ji s technologickou a ekonomickou efektivitou investice do přímého energetického zhodnocení těchto odpadů. V první fázi student vykoná stručnou literární rešerši s cílem získání potřebných teoretických informací o dané problematice. Následně vytvoří vhodný metodický postup pro analýzu a posouzení efektivit jednotlivých variant řešení. Na základě vytvořeného metodického postupu zhodnotí a porovná životaschopnost jednotlivých vybraných alternativ v daném podniku a uskuteční výběr nejvhodnější varianty pro potřeby daného podniku.

Harmonogram:

duben 2022 – září 2022: definice cílů a metodického postupu, první verze rukopisu rešeršní části práce, sběr dat ve vybraném podniku

září 2022 – prosinec 2022: odevzdání finální podoby rešeršní části práce

prosinec 2022 – únor 2023: analýza dat, první verze rukopisu praktické části práce

únor 2023 – březen 2023: revize a finalizace rukopisu závěrečné práce

duben 2023 – odevzdání finální verze rukopisu závěrečné práce.

Doporučený rozsah práce

40 NS

Klíčová slova

palivové dříví; dřevní štěpka; odpadní dendromasa; pelety; brikety; výroba tepla a elektřiny

Doporučené zdroje informací

Demko J. 2002. Environmentálne aspekty zhodnocovania odpadov v celulózo-papierenskom priemysle. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen. 149pp.

Drábek J., Pittnerová I. 2001. Investičné projekty a náklady kapitálu. Matcentrum, Zvolen. 250pp.

Dzurenda L. 2005. Spaľovanie dreva a kôry. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen. 124pp.

Lieskovský M., Gejdoš M. 2016. Komplexné využitie biomasy v lesnom hospodárstve. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen. 222pp.

Plíštil, D. & Brožek, Milan & Maláček, Jan & Heneman, P. (2018). Heating briquettes from energy crops. Research in Agricultural Engineering. 50. 136-139. 10.17221/4940-RAE.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Martin Jankovský, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 28. 4. 2022

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 31. 8. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Efektivita materiálového zhodnocení odpadů a jeho porovnání s energetickým zhodnocením v dřevozpracujícím podniku" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu práce, docentu Martinu Jankovskému, za jeho odborné vedení, cenné rady a vstřícný přístup. Dále bych rád poděkoval své rodině a přátelům za jejich plnou podporu.

Efektivita materiálového zhodnocení odpadů a jeho porovnání s energetickým zhodnocením v dřevozpracujícím podniku

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá hodnocením a výběrem nejvhodnější metody nakládání s odpady v podniku vyrábějícím palivové dříví. Hlavním cílem bylo posoudit ekonomickou efektivitu investice do zařízení pro materiálové zhodnocení dřeva a její porovnání s neinvestiční alternativou – energetickým zhodnocením. Práce byla rozdělena do několika částí, kde v první části byla prostudována daná problematika a proveden rozbor za účelem dosažení cíle. Na základě provedené analýzy bylo zjištěno, že obě alternativy, investiční i neinvestiční, a dosahují kladných výsledků. Alternativa A s ČSH 164 531,78,- Kč a alternativa B s ČSH 414 035,31,- Kč. Pro srovnání alternativ byly použity statické a dynamické metody hodnocení investičních projektů, včetně návratnosti investice, indexu rentability a čisté současné hodnoty. Tyto výsledky sloužili jako základ pro doporučení realizace alternativy A neboli přímého energetického zhodnocení odpadů, a to z důvodu nedoporučení investovat vzhledem k dané situaci v podniku.

Klíčová slova: palivové dříví, dřevní štěpka, odpadní dendromasa, pelety, brikety, výroba tepla a elektřiny

Efficiency of material utilization of waste and its comparison with energy utilization in a wood processing company

Summary

This bachelor thesis deals with the evaluation and selection of the most suitable waste management method in a firewood production company. The main objective was to assess the economic efficiency of the investment in wood material recovery equipment and its comparison with the non-investment alternative - energy recovery. The thesis was divided into several parts, where in the first part the issue was studied and analysis was carried out in order to achieve the objective. Based on the analysis, it was found that both alternatives, investment and non-investment, can achieve positive results. Alternative A with a NPV of CZK 164 531,78,- and Alternative B with a NPV of CZK 414 035,31,-. To compare the alternatives, static and dynamic methods were used to evaluate the investment projects, including return on investment, profitability index and net present value. These results were used as a basis for the recommendation to implement alternative A or direct energy recovery of waste, due to not recommending the investment given the situation in the company.

Keywords: fuelwood, wood chips, waste dendromass, pellets, briquettes, heat and electricity production

Obsah

| | |
|--|----|
| 1. Úvod | 8 |
| 2. Cíl práce | 9 |
| 3. Literární rešerše..... | 10 |
| 3.1 Charakteristika biomasy | 10 |
| 3.1.1 Historie biomasy | 11 |
| 3.1.2 Rozdělení biomasy..... | 11 |
| 3.1.3 Vznik biomasy – fotosyntéza | 11 |
| 3.1.4 Koloběh uhlíku..... | 13 |
| 3.2 Biomasa v současnosti..... | 15 |
| 3.3 Biomasa pěstovaná pro energetické účely..... | 16 |
| 3.3.1 Rostliny bylinného charakteru (fytomasa) | 16 |
| 3.3.2 Dendromasa | 17 |
| 3.3.3 Lesní dendromasa | 18 |
| 3.4 Rozdělení lesní dendromasy..... | 19 |
| 3.4.1 Těžba dříví | 20 |
| 3.4.2 Třídění surového dříví..... | 21 |
| 3.4.3 Zdroj lesní dendromasy | 21 |
| 3.5 Zpracování dendromasy | 22 |
| 3.6 Mechanické zpracování pevných paliv | 22 |
| 3.7 Produkty z dendromasy pro energetické využití..... | 23 |
| 3.7.1 Dřevní štěpka..... | 23 |
| 3.7.2 Dřevní pelety | 26 |
| 3.7.3 Dřevní brikety | 29 |
| 3.8 Efektivnost investičních projektů – finančně-ekonomická analýza..... | 32 |
| 3.9 Statické metody pro vyhodnocení efektivnosti..... | 33 |
| 3.9.1 Bod zvratu..... | 33 |
| 3.9.2 Návratnost investice (ROI)..... | 34 |
| 3.10 Dynamické metody pro vyhodnocení ekonomické efektivnosti | 34 |
| 3.10.1 Diskontní sazba..... | 34 |
| 3.10.2 Současná hodnota cash flow (SHCF) | 35 |
| 3.10.3 Čistá současná hodnota (ČSH)..... | 35 |
| 3.10.4 Index rentability (IR) | 36 |
| 3.10.5 Vnitřní výnosové procento (VVP) | 36 |
| 3.10.6 Diskontovaná doba splatnosti (DDS) | 37 |
| 4. Metodika | 38 |

| | |
|---|----|
| 4.1 Metoda odprodeje k přímému energetickému zhodnocení – Alternativa A | 39 |
| 4.2 Metoda materiálového zhodnocení – Alternativa B | 39 |
| 5. Výsledky..... | 42 |
| 5.1 Analýza společnosti | 42 |
| 5.2 Alternativa A – Odprodej k přímému energetickému zhodnocení | 45 |
| 5.3 Alternativa B – Materiálové zhodnocení | 49 |
| 5.4 Porovnání a výběr nejefektivnější alternativy..... | 56 |
| 6. Diskuse..... | 59 |
| 7. Závěr | 61 |
| 8. Seznam literatury a použitých zdrojů | 62 |

Seznam zkratk a symbolů

| | |
|---|---|
| CO ₂ | Oxid uhličitý |
| H ₂ O | Voda |
| C ₆ H ₁₂ O ₆ | Glukóza |
| O ₂ | Kyslík |
| CH ₄ | Metan |
| C | Uhlík |
| PgC | Petagram uhlíku |
| Gt | Gigatuna |
| EJ | Exajoule (10 ¹⁸ joule) |
| MJ | Megajoule |
| kg | Kilogram |
| t | Tuna |
| kcal | Kilokalorie |
| ha | Hektar |
| RRD | Rychle rostoucí dřeviny |
| mm | Milimetr |
| m ³ | Metr kubický |
| kW | Kilowatt |
| cm | Centimetr |
| m | Metr |
| °C | Stupně Celsia |
| dm ³ | Decimetr kubický |
| ČHV | Čistý hospodářský výsledek |
| ČSH | Čistá současná hodnota |
| SHCF | Současná hodnota cash flow |
| IR | Index rentability |
| VVP | Vnitřní výnosové procento |
| DDS | Diskontovaná doba splatnosti |
| ROI | Návratnost investice (Return on Investment) |
| LČR | Lesy České republiky |
| OSVČ | Osoba samostatně výdělečně činná |
| DPH | Daň z přidané hodnoty |
| tis. | Tisíce |
| l | litr |
| Kč | Korun českých |
| cca | Přibližně |
| PC | Počáteční cena |

1. Úvod

Lidstvo vyprodukuje mnoho odpadu, se kterým je potřeba náležitě zacházet, neboť jej nelze ukládat do nekonečna, a proto je zapotřebí umět odpad znovu použít nebo využít, zkráceně zrecyklovat. To samé platí o dendromase. Při výrobě a zpracování dendromasy vzniká odpad ve formě pilin nebo dřevní štěpky. Tento odpad je neekonomické nechávat ladem, protože je mnoho způsobů, jak ho efektivně využít, například pro výrobu energie. Náš život je ovlivňován událostmi, které se dějí na druhé straně planety. To ovlivňuje nejistý růst cen fosilních paliv. Fosilní paliva jsou neobnovitelná, a v dnešní době již pro nás nepředstavitelně důležitý zdroj, a to nejen energií. Vzhledem k neobnovitelnosti fosilních paliv a znečištění životního prostředí se nám zvyšuje poptávka po obnovitelných zdrojích a přírodě šetrné energii. Do nekonečna vyrábět a spotřebovávat jednoduše řečeno není fyzicky možné. Lidé se snaží produkovat energii využíváním obnovitelných zdrojů energie, jako je například solární energie, větrná energie nebo biomasa apod. Biomasa poskytuje výhodu ve smyslu snižování emisí oxidu uhličitého a využívání obnovitelných zdrojů pro výrobu tepelné či elektrické energie (Sansaniwal a kol., 2017).

2. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je navrhnout technologické možnosti materiálového zhodnocení odpadu v podniku na výrobu palivového dříví a porovnat je s energetickým zhodnocením ve stejném podniku. Dále v předkládané práci je zjišťována životaschopnost jednotlivých alternativ v porovnání s přímým energetickým zhodnocením.

Pro dosažení hlavního cíle byl však zapotřebí splnit následující dílčí cíle:

- Analyzovat současný stav řešení problematiky formou literární rešerše
- Vypracovat metodický postup řešení
- Zpracovat výsledky práce
- Provést logickou analýzu a syntézu získaných výsledků

3. Literární rešerše

3.1 Charakteristika biomasy

Biomasa je definována jako substance biologického původu. Pod tímto termínem se ukrývá veškerý organický materiál na naší planetě. Pod pojmem biomasa také chápeme veškerou živou a organickou hmotu v každém systému, která vznikla a vyvinula se jako produkt životních procesů živých organismů. Biomasa je získávána buď záměrně jako výsledek výrobní činnosti, nebo se jedná o odpady ze zemědělské, potravinářské a lesní výroby, z komunálního hospodářství, z údržby krajiny a péče o ni. Rostoucí význam biomasy jako zdroje energie je dán snahou využít všechny dostupné zdroje. Obvykle jde o domácí zdroje, takže produkce a zpracování vytváří nové pracovní příležitosti a podporuje podnikání. Spalování biomasy, pokud je náhradou za fosilní paliva, přispívá ke snižování produkce skleníkových plynů (Koloničný, 2010), (Lieskovský, Gejdoš, 2016).

Popis biomasy je také uveden v zákoně č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, kde se biomasou rozumí hlavně biologicky rozložitelná část produktů, odpadů a zbytků biologického původu ze zemědělství, lesnictví a ostatních souvisejících odvětví. Biomasa obsahuje různé množství celulózy, hemicelulózy, ligninu a malé množství dalších extraktivních látek. Pro dřeviny je charakteristické, že se obvykle vyznačují pomalým růstem a jsou složeny z pevně vázaných vláken, která tím vytvářejí tvrdý vnější povrch, zatímco byliny jsou většinou víceleté a s volněji vázanými vlákny, což naznačuje nižší podíl ligninu, který váže celulózová vlákna: oba materiály jsou příkladem polysacharidů; přírodních polymerů s dlouhým řetězcem. Relativní podíl celulózy a ligninu je jedním z rozhodujících faktorů při určování vhodnosti rostlinných druhů pro následné zpracování jako energetické plodiny (McKendry 2002).

Biomasa je definována jako hmota organického původu, takže se pod tímto pojmem zahrnuje veškerá živá příroda. V souvislosti s využíváním biomasy pro energii se rozumí rostlinnou biomasou především dřevo a různorodý dřevní odpad, resp. jiné energetické rostliny vhodné pro spalování v různých topeništích, jako jsou zemědělské produkty a jejich zbytky nebo cíleně pěstované energetické rostliny (Celjak, 2008).

3.1.1 Historie biomasy

Biomasa je na Zemi jakožto dostupný zdroj energie už po několik miliard let. Už několik desítek tisíc let př.n.l. člověk využíval biomasu jako zdroj energie, a to od okamžiku, kdy se naučil rozdělovat, udržovat a pracovat s ohněm. Při porovnání s ostatními obnovitelnými zdroji jako jsou energie vody a větru je využívání biomasy nejstarší. Biomasa zaujímá kolem 75 % produkce energie v rámci všech obnovitelných zdrojů (jako je vítr, voda, slunce apod.). Ostatní zdroje, které lidé dnes využívají jsou označovány za zdroje konvenční. Stovky let lidé používali uhlí a jen desítky let používají jadernou energii. V 19. století tak právě biomasa byla dominantním zdrojem energie (Pastorek a kol., 2004).

3.1.2 Rozdělení biomasy

V naší legislativě je biomasa systematicky rozdělena podle přílohy č. 1 k vyhlášce č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobu využití a parametrů při podpoře výroby elektřiny z biomasy (Ministerstvo životního prostředí, 2006).

Biomasu lze také dělit na dva základní druhy.

- Rostlinná biomasa
- Živočišná biomasa

Podle druhu dělíme biomasu do čtyř základních skupin (Jevič, Hutla, Šedivá, 2008)

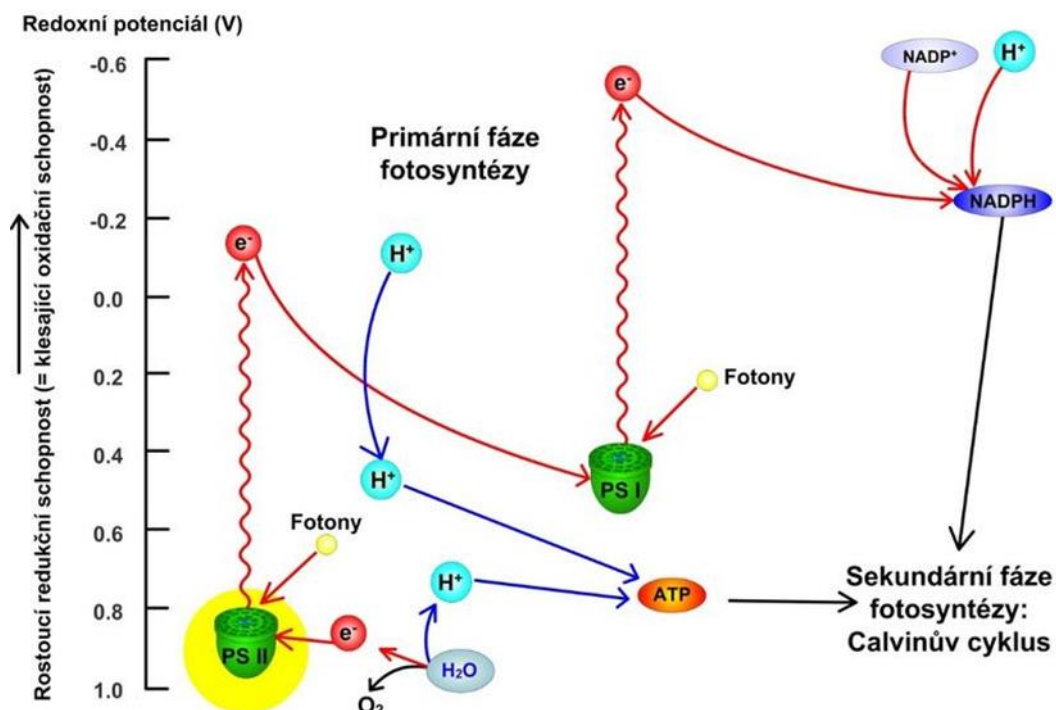
- Dendromasa (dřevní biomasa)
- Fytomasa (bylinný původ a zemědělské plodiny)
- Biomasa živočišného původu
- Biologicky rozložitelné odpady organického původu

3.1.3 Vznik biomasy – fotosyntéza

Za vznikem veškeré rostlinné biomasy stojí fotosyntéza. Fotosyntéza je proces, při kterém organismy obsahující chlorofyl – zelené rostliny, řasy a některé bakterie – zachycují energii ve formě světla a přeměňují ji na energii chemickou. Prakticky veškerá energie, která je k dispozici pro život v zemské biosféře, tedy v zóně, kde může život existovat, se získává fotosyntézou (McKendry 2002).

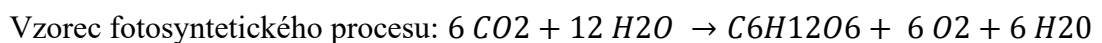
Fotosyntéza je jeden z nejdůležitějších dějů v přírodě. V průběhu fotosyntézy dochází k zachycení sluneční energie a k následné syntéze organických látek (sacharidy, mastné kyseliny a prekurzory aminokyselin) z oxidu uhličitého a vody. Mezi organismy mající schopnost provádět fotosyntézu patří vyšší rostliny, zelené a hnědé řasy, jednobuněčné sinice, zelené a

purpurové bakterie. Fotosyntéza nebo také fotosyntetická asimilace je složitý biochemický proces, při kterém se mění přijatá energie světelného záření na energii chemických vazeb. Využívá světelného, např. slunečního, záření k tvorbě (syntéze) energeticky bohatých organických sloučenin – cukrů – z jednoduchých anorganických látek – oxidu uhličitého (CO₂) a vody. Fotosyntéza má zásadní význam pro život na Zemi. Žádné rostliny by nemohly růst, čímž by živočichové ztratili potravu, zároveň by v atmosféře přibývalo oxidu uhličitého a ubývalo kyslíku. K produkci 1 tuny biomasy je zapotřebí 0,6 tuny vody a 1,6 tuny oxidu uhličitého, přičemž je do atmosféry uvolněno 1,2 tuny kyslíku (Teplá, 2020), (Vodrážka, 1993), (Noskievič, 1996).



Obrázek 1 – Princip fotosyntézy (přirodovedci.cz, 2013)

Prvním krokem fotosyntézy je přeměna jednoduchých látek (H₂O, CO₂) na složitější látky (glukosu C₆H₁₂O₆) za současného uvolňování kyslíku O₂. Kyslík má původ z vody a oxid uhličitý se přeměňuje na glukosu.



Fotosyntéza probíhá ve 2 fázích:

- Primární (světelná) – podmínkou k průběhu této fáze je přítomnost světelného záření, zahrnuje procesy ohledně pohlcování a přeměny sluneční energie

- Sekundární (temnostní), může probíhat i bez přítomnosti světelného záření, dochází k postupné redukci oxidu uhličitého CO₂ na sacharid (Multimediální učebnice chemie pro gymnázia, dostupné z e-chembook.eu/fotosyntéza)

Fotosyntéza zdrojům v minulých geologických dobách poskytovala dominantní příspěvek k dnešním dodávkám energie. Fosilní paliva (ropa, uhlí, zemní plyn), na kterých jsme v současnosti tak silně závislí, vznikla rozpadem rostlinné hmoty a mořských organismů v období karbonu mezi před 345 a 280 miliony lety. Fotosyntéza také poskytuje dnes často nedoceněný příspěvek ke světovým energetickým zdrojům tím, že vytváří biomasu, tj. organickou hmotu spojenou s živými nebo nedávno živými organismy. Tradiční rostlinná a živočišná biomasa – především palivové dřevo a živočišný hnůj – jsou důležitými zdroji energie, která v současné době zabezpečuje přibližně 14% celosvětové konečné spotřeby energie a téměř dvojnásobku spotřeby v rozvojovém světě. Tradičně rostlinná biomasa je však často sbírána a spalována neudržitelným způsobem, což vede k odlesňování, degradaci půdy a čistým emisím CO₂. Tomu mohou zabránit pouze lepší techniky hospodaření s půdou v rozvojovém světě (Archer, Barber, 2014).

3.1.4 Koloběh uhlíku

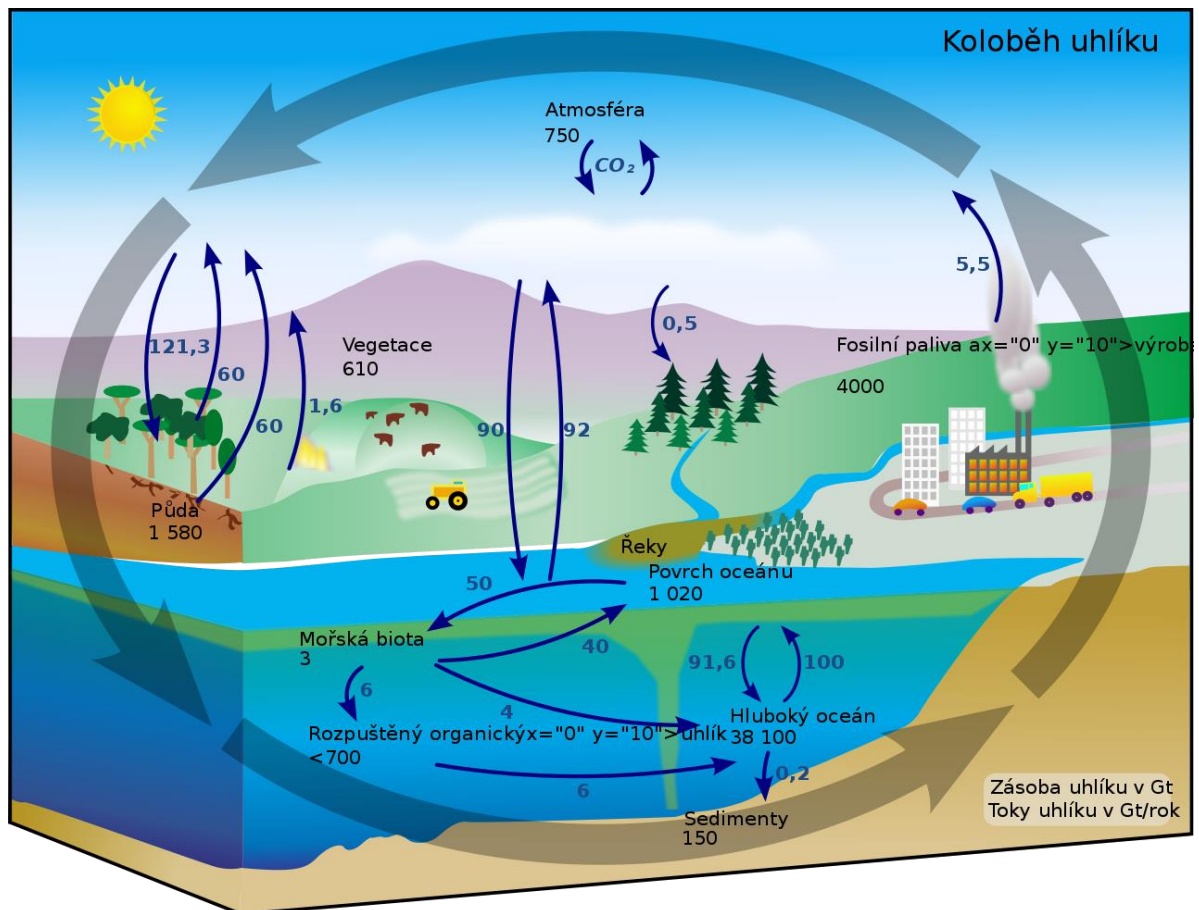
Koloběh uhlíku má zásadní význam pro udržení života, klima a složení atmosféry a oceánů. To, co se obvykle považuje za "koloběh uhlíku", je přenos uhlíku mezi atmosférou, oceány a životem. Koloběh uhlíku lze rozdělit na dva cykly. A to krátkodobý cyklus a dlouhodobý cyklus.

Při krátkodobém cyklu zelené rostliny na kontinentech nebo fytoplankton v oceánech přijímají oxid uhličitý prostřednictvím fotosyntézy. Na souši se uhlík přenáší do půdy opadáváním listů, růstem kořenů a dýcháním, odumíráním rostlin a vývojem půdní bioty. Suchozemští býložravci se živí rostlinami a masožravci se živí býložravci. V oceánech je zase fytoplankton konzumován zooplanktonem, který je opět požírán, a to většími a většími organismy. Rostliny, plankton a živočichové dýchají CO₂. Po smrti jsou rostliny a živočichové rozkládány pomocí mikroorganismů s konečnou produkcí CO₂. Oxid uhličitý se vyměňuje mezi oceány a atmosférou a rozpuštěné organické látky jsou poté v roztoku nesený řekami z půdy zpět do moře. Toto vše nám tvoří a představuje krátkodobý cyklus uhlíku. Slovo "krátkodobý" se zde využívá z toho důvodu, neboť doby pro přenos uhlíku, které jsou pro uhlík charakteristické, se mezi jeho zásobníky pohybují od pár dnů do desítek tisíc let. Vzhledem ke stáří Země více jak 4 miliardy let je tato doba v geologickém měřítku brána jako krátká doba. V průběhu krátkodobého cyklu, se koncentrace dvou hlavních atmosférických plynů, CO₂ a

CH₄, může důsledku poruch cyklu měnit. Oba tyto plyny jsou skleníkové, tudíž změna jejich koncentrace může znamenat globální oteplování a ochlazování v průběhu staletí a mnoha tisíců let. Takové změny koncentrace provázely globální změny klimatu poslední 2 miliony let (v průběhu čtvrtohor). Toto však nebyl jediný faktor, které ke změně klimatu přispíval. Byla to i například změna příjmu slunečního záření v rámci důsledku změn zemské dráhy.

Během minulého století přispělo lidstvo k narušení krátkodobého uhlíkového cyklu, a to v důsledku činností, jako bylo například odlesňování a spalování biomasy (vzrostla produkce CO₂), pěstování zemědělských plodin a chov dobytka (nárůst produkce CH₄). Díky těmto činnostem došlo ke zvýšení hladiny těchto plynů v atmosféře. I přes tyto okolnosti je hlavní narušení hladiny CO₂ v atmosféře, a tedy následný celkový nárůst globální teploty v uplynulém století, způsobeno procesem dlouhodobého uhlíkového cyklu, čímž je hlavně myšleno spalování fosilních paliv. Organické látky uložené v sedimentárních horninách, které by jinak byly pomalu vystaveny atmosféře pomocí eroze, a oxidovány zvětráváním, jsou místo toho ze země rychle odstraňovány, oxidovány spalováním a uvolňovány do atmosféry jako CO₂ (Berner, 2004).

Dlouhodobý uhlíkový cyklus, na rozdíl od krátkodobého, zahrnuje také přenos uhlíku z minerálů – kamene. Milióny let se na Zemi usazovala v kůře planety břidlice a uhličitany (např. vápenec, dolomity), odhaduje se, že celkem je v této podobě v zemské kůře přítomno 100 000 000 (PgC). Dalších 1 900 – 5 000 PgC je uloženo v zemské kůře jako uhlovodíky (uhlí, ropa, zemní plyn), které se tvořily po miliony let z odumřelých těl živých organismů za vysoké teploty a tlaku. Tyto uhlovodíky jsou dnes běžně využívané jako fosilní paliva. Těžba a spalování těchto fosilních paliv narušilo přirozené uvolňování těchto usazenin a došlo k narušení onoho dlouhodobého uhlíkového cyklu. Toto narušení vedlo pravděpodobně ke zvýšení atmosférického CO₂ nad únosnou úroveň, což vede k poměrně intenzivnímu globálnímu oteplování (Berner, 2004)



Obrázek 2 - Schéma koloběhu uhlíku,

(https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/Carbon_cycle-cute_diagram.svg 2022)

Černá čísla udávají v miliardách tun (gigatunách = Gt), kolik uhlíku je uloženo v různých rezervoárech. Fialová čísla udávají, kolik uhlíku se přesunuje danými směry každý rok. Do sedimentů v tomto diagramu není započítáno přibližně 70 Gt uhličitaniů a kerogenu.

3.2 Biomasa v současnosti

Biomasa v současné době tvoří přibližně polovinu obnovitelné energie, která se využívá v zemích Evropské unie. Množství elektrické energie, která se z biomasy vyrábí včetně obnovitelného odpadu vzrostlo v Evropské unii mezi lety 2004 a 2014 až o 80 %. Akční plán stanovuje opatření ke zvýšení rozvoje vyrábění energie z biomasy vytvořením tržně orientovaných pobídek zaměřených na její využití a odstraněním překážek rozvoje trhu. Evropská unie hodlá tímto způsobem snížit závislost lidstva na fosilních palivech, redukovat emise skleníkových plynů vypouštěných do ovzduší a podpořit hospodářskou aktivitu ve venkovských oblastech (Akční plán pro biomasu v ČR na období 2012–2020, Ministerstvo zemědělství, 2012).

Biomasa, která je využívána jako Biopaliva pokrývají 15 % celkové světové spotřeby energie. Teoretické propočty několika různých odborníků uvádějí roční celosvětovou produkci biomasy na úrovni 100 miliard tun, jejíž energetický potenciál se pohybuje kolem 1 400 EJ. To je téměř pětkrát více, než činí roční světová spotřeba fosilních paliv (300 EJ.) (Pastorek a kol. 2004).

Evropská unie poskytuje dotační podpory na výrobu elektřiny a tepla z obnovitelných zdrojů. Avšak v současné době se většina poskytovaných podpor obnovitelných zdrojů týká pouze výroby elektřiny. V Evropské unii je pro podporu elektřiny alokováno 81 % dotací určených na obnovitelné zdroje. Pouze 11 % dotací je určeno na podporu výroby tepla (Habart 2022).

Biomasa nemusí být využívána pouze pro spalování, resp. pro ohřev vody, vzduchu a pro parní turbíny roztáčející hřídele generátorů vyrábějících elektrický proud. Dřevní hmota, zpracovaná v různých formách, může být využita pro výrobu kompostů, pro farmaceutický průmysl, pro výrobu obalového materiálu, částí nábytku, částí izolačních stavebních desek, pro rozšíření vlastních pěstebních ploch (řízky) a pro prodej sadebního materiálu. Především je ale produkce využívána jako obnovitelný zdroj energie (Celjak 2008).

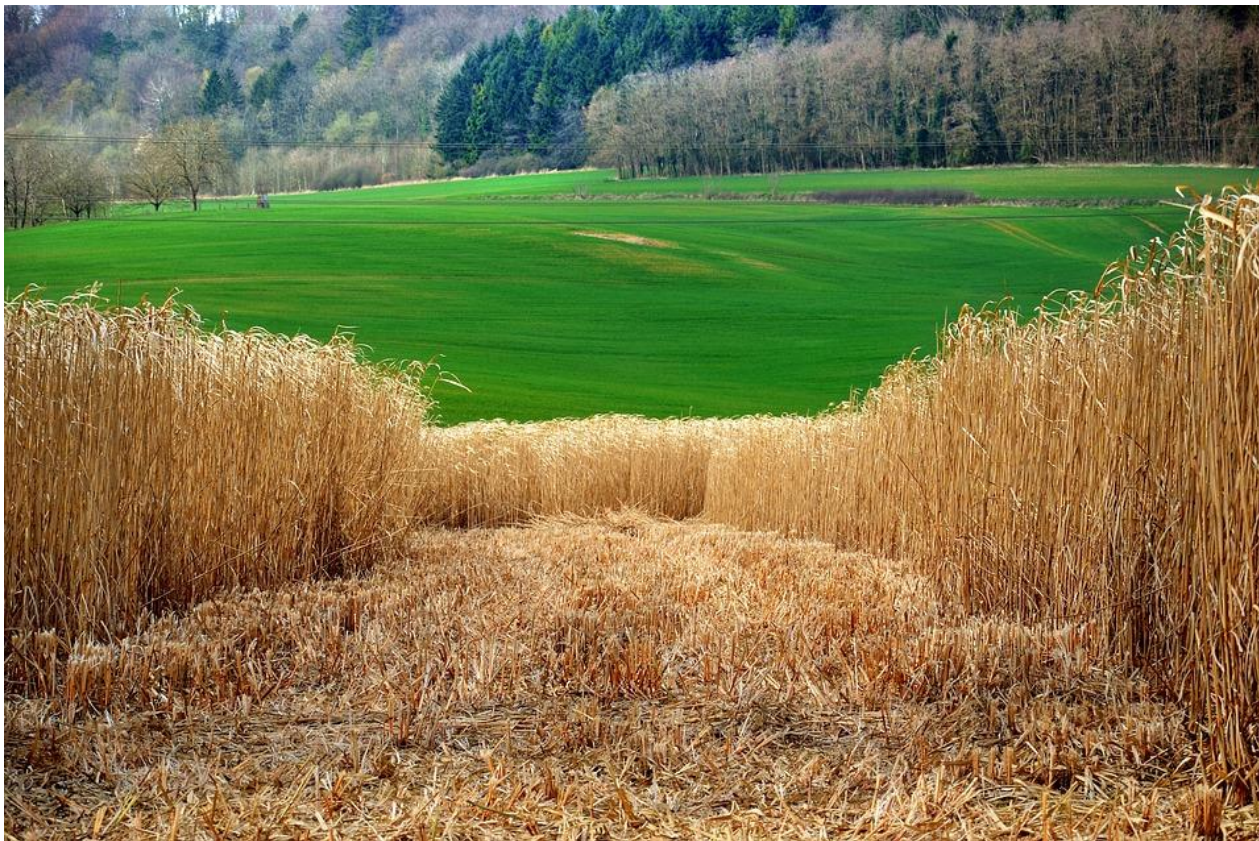
3.3 Biomasa pěstovaná pro energetické účely

Perspektivním obnovitelným zdrojem energie v našich podmínkách je cíleně pěstovaná biomasa. V sortimentu energetických rostlin jsou rostliny bylinného charakteru i rychle rostoucí dřeviny, například topoly. Cílem pěstování na produkčních plantážích je efektivní produkce co největšího množství biomasy z co nejmenší plochy. Výsadba je proto organizována do rovných řad v pravidelných vzdálenostech, což umožňuje použití jednoduchých technologií při zakládání plantáže, výsadbě, ošetřování a sklizni dřeviny (Celjak 2010).

3.3.1 Rostliny bylinného charakteru (fytomasa)

Rostliny bylinného charakteru jsou převážně rostliny, které jsou pěstované pro získávání energie, a které lze rozdělit na několik skupin. Z praktického hlediska tyto rostliny dělíme na jednoleté a víceleté nebo vytrvalé. Dále lze tyto rostliny členit podle botanického zařazení, a to např. na „energetické“ obiloviny, „energetické“ trávy a celou další velkou skupinu rostlin dvouděložných. Do této skupiny se následně řadí vzrůstné statné rostliny, zpravidla netradiční, z nichž některé byly dříve pěstovány jako zemědělské plodiny, nebo se jedná o rostliny okrasné, anebo i planě rostoucí. Hlavním kritériem jsou vysoké výnosy nadzemní hmoty. Jednou z nejperspektivnější energetickou plodinou jsou víceleté trávy, které se vyskytují v tropických

oblastech známé jako *Miscanthus*, *Arundo*, *Pennisetum purpureum*. Tyto traviny se hovorově nazývají “sloní“ tráva. V Evropě je průměrný přírůst těchto travin 30-40 tun/ha sušiny za rok. Výhřevnost těchto travin je v absolutním suchém stavu 18,5 MJ.kg⁻¹ (4 400 kcal.kg⁻¹) (Pastorek a kol., 2004).



Obrázek 3 - *Miscanthus x giganteus*, Sloní tráva (zdroj: pixabay.com)

3.3.2 Dendromasa

Protože je fosilních paliv zatím dostatek a cena je pro většinu lidí přijatelná, není aktuálně zakládání lesů pro energetické účely tolik rozsáhlé. Problémem ale je, že jakýkoliv les založený dnes začne produkovat biomasu až za několik let (spíše desítek let) a nepřináší tedy rychlý zisk. Proto byly vytvořeny křížením rostliny, které jsou schopny biomasu vyprodukovat za mnohem kratší dobu. Nazývají se Rychle rostoucí dřeviny (RRD). Lesy těchto dřevin jsou nazývány plantáže a cílem je, na co nejmenší ploše vypěstovat co nejvíce biomasy. Rychle rostoucí dřeviny jsou producentem velmi kvalitní dřevinné biomasy za celkem krátký časový úsek, pokud to porovnáme s produkcí lesů. Jelikož tyto druhy jsou na našem území nové, je potřeba dobře prozkoumat a zvážit výhody i rizika jejich pěstování (Žvaková 2015).

Rychle rostoucími dřevinami se označuje skupina druhů dřevin, které jsou cíleně pěstovány zejména za účelem jejich následného energetického využití. Mezi RRD zařazujeme druhy jako jsou například topoly nebo vrby. Celková plocha plantáží, kde se pěstují rychle

rostoucí dřeviny představuje dnes v ČR něco málo přes 2 000 ha, avšak má potenciál k dalšímu rozšíření. Tyto rychle rostoucí dřeviny se vyznačují určitými charakteristickými vlastnostmi, např. vysokou objemovou produkcí dřeva, rychlým růstem v prvních letech po jejich výsadbě anebo snadným založením porostu vegetativním způsobem pomocí řízků, prutů apod. Výnosy se na optimálních stanovištích v ČR pohybují kolem 12 až 15 t/ha sušiny za rok. Rychle rostoucí dřeviny se pěstují především na přebytečných zemědělských půdách, jelikož jsou díky své krátké obmýtní době účelným způsobem využitím této půdy. V České republice je odhadem 500 tis. ha “nadbytečné“ zemědělské půdy. Tato půda se nachází v produkční oblasti a je využitelná pro intenzivní zemědělskou výrobu (Pastorek a kol. 2004).

Ve světě se pěstování RRD velmi rozvíjí. V Brazílii, Jižní Africe, Uruguayi, Zimbabwe, Chile, Austrálii jsou pěstovány blahovičnické – eukalypty, které mají výnos až 40 metrů kubických na jeden hektar za rok s dobou obmýtní 15 let. V Indonésii, Číně, Malajsii, Indii, Vietnamu, Filipínách a Thajsku se pěstují tropické akáty – akácie dávající výnosy 15–30 metrů kubických na jeden hektar za rok s dobou obmýtní 7 až 10 let. Rychle rostoucí topoly se pěstují v Číně, Indii, Turecku a téměř v celé Evropě (Součková, Moudrý 2005).

Správné nasazení mechanizace je důležitým předpokladem rentability produkce rychle rostoucích druhů dřevin pěstovaných na zemědělských půdách. Náklady na sklizeň (těžbu) rychle rostoucích dřevin (RRD) tvoří podle dosavadních zkušeností 30 až 60 % celkových nákladů a určují tak z velké části cenu této formy energetické dendromasy. I přes to, že produkce rychle rostoucích dřevin (RRD) je relativně mladým odvětvím, existuje mnoho vývojových stádií technologií pro jejich zpracování.

Pro mechanizovanou těžbu na plantážích s krátkou obmýtní dobou existují na celém světě, zejména ve Skandinávii, četné vývojové programy, které však na základě nedostatku poptávky dosud jen zřídka došly dále než do stádia prototypů. Dle Scholze se Sekací štěpkovače, tedy těžební stroje, které zároveň kácí a štěpkují, zatím prosadily nejvíce (Scholz 2009).

3.3.3 Lesní dendromasa

Definicí dendromasy je lesní biomasa, která se objevuje nejčastěji v podobě dřevního odpadu vzniklého při těžbě dřeva. Podle přílohy č.1 k vyhlášce č. 482/2005 Sb. je zařazena do skupiny č. 3 a tvoří ji primárně palivové dříví, odřezky a dřevo určené pro materiálové využití, biopaliva z nich vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty jejich zpracování. Jedná se o objem

veškeré dřevní hmoty, kterou rostlina vytvořila za svůj život působením fotosyntézy, včetně hmoty nehroubí, společně s větvemi, pařezy a kořeny.

Dřevní biomasa (dendromasa) je jedním z nejvýznamnějších druhů tuhých biopaliv. Hlavním zdrojem dendromasy jsou lesy. Jakožto vedlejší zdroj dendromasy mohou být považovány rychle rostoucí dřeviny (RRD), ty jsou pěstovány převážně pro energetické účely.

Při těžbě a zpracování dřeva vzniká odpadní dendromasa, která vyžaduje pečlivý postup zpracování a nakládání. Pokud by se tento postup nedodržel, mohlo by dojít k poškození lokálního ekosystému v místě těžby. V případě spalování odpadní biomasy (dendromasy) na místě těžby dřeva, je potřeba stanovit emisní limity jednotlivých složek a tyto limity pozorovat, popř. regulovat snížením kvantity či kvality spalované odpadní biomasy (dendromasy) (Lach 2013).

3.4 Rozdělení lesní dendromasy

Lesní dendromasa se skládá z lesních těžebních zbytků, a to ve formě štěpky pro teplárenství a elektroenergetiku. Veliký potenciál z lesní dendromasy má produkce palivového dřeva používaného pro vytápění v domácnostech a zbytků z dřevozpracujícího průmyslu částečně vyžívaných pro vlastní potřebu a výrobu pelet, briket, dřevního uhlí a tak dále.

Lesní biomasu (dle vyhlášky č. 482/2005 Sb., - Skupina 3) tvoří palivové dřevo a zbytková dendromasa z lesnictví a dřevařského průmyslu (zbytková dřevní hmota z těžby dřeva, probírek, prořezávek, odřezky a zbytky z dřevozpracujícího průmyslu). Z této části biomasy jsou vyráběny dřevní pelety.

Lesní dendromasu (dle vyhlášky č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy) můžeme rozdělit do 4 skupin (Ministerstvo zemědělství, 2012).

- Palivové dřevo
- Lesní těžební zbytky (LTZ)
- Kůra lesních dřevin
- Zbytky z dřevozpracujícího průmyslu

3.4.1 Těžba dříví

Výsledkem těžby dříví ve státech Evropské unie je primárně užitkové dříví, využívané zpravidla pro výrobu koncových produktů, jako jsou např. stavební materiál, nábytek nebo nástroje (Svoboda a kol., 2005). Druhotně, ovšem ne méně podstatně, je využíváno jako přímé palivové dříví, nebo je dále zpracováno na energeticky bohatá biopaliva např. dřevní štěpku, pelety a brikety (Černý, 2008).

Těžba dříví se dělí dle zákona č. 289/1995 Sb. o lesích a o změně některých zákonů (dále jen lesní zákon) na tyto 4 druhy těžby:

- Těžba předmýtní úmyslná
- Těžba mýtní úmyslná
- Těžba nahodilá
- Těžba mimořádná

Každý druh těžby je dle lesního zákona specificky vymezen a rozumí se jím:

- Těžba předmýtní úmyslná: Provádí se za účelem výchovy porostu.
- Těžba mýtní úmyslná: Provádí se za účelem obnovy porostu nebo výběr jednotlivých stromů v porostu určeném k obnově.
- Těžba nahodilá: Provádí se za účelem zpracování suchých, vyvrácených, nemocných nebo poškozených stromů.
- Těžba mimořádná: Tento druh těžby je podmíněn povolením nebo rozhodnutím orgánu státní správy lesů.

Proces těžby se skládá z několika operací, které pracovník musí dodržovat na základě nařízení vlády č. 339/2017 Sb. o bližších požadavcích na způsob organizace práce a pracovních postupů při práci v lese a na pracovišti obdobného charakteru. Mezi operace patří například příprava pracoviště, samotné kácení, odvětvování, odkorňování anebo příčné krácení či manipulace. Těžba dříví je například zakázána při špatných meteorologických podmínkách (silný vítr, snížená viditelnost, mráz přesahující maximální hodnotu vhodnou pro práci).

3.4.2 Třídění surového dříví

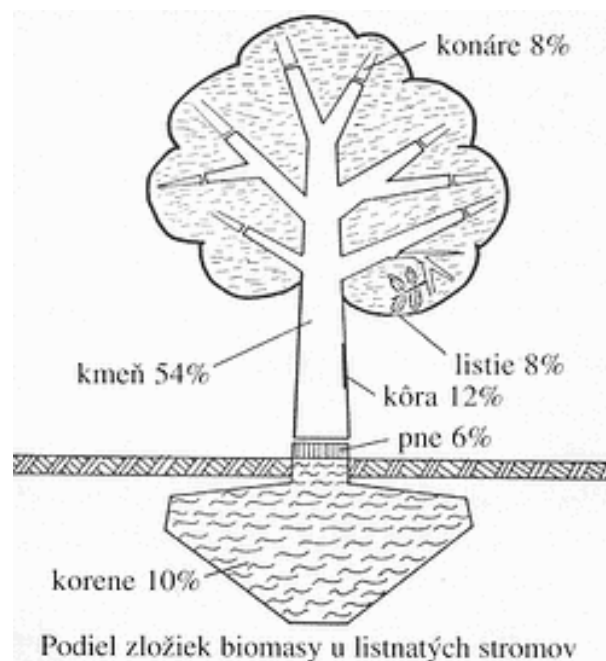
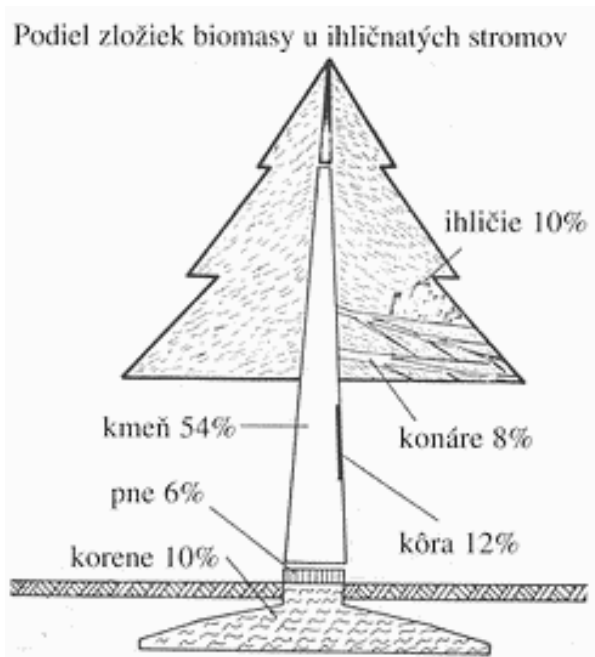
Surové dříví se dělí podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v České republice, (Wojnar, 2008). Dělí se do 6 jakostních tříd, které mohou být ještě dále specifikovány.

- I jakostní třída: a) rezonanční výřezy
b) výřezy pro výrobu krájené dýhy a jiné speciální výřezy
- II jakostní třída: a) výřezy pro výrobu loupané dýhy
b) jiné speciální výřezy pro pilařské zpracování
- III jakostní třída a) výřezy pro pilařské zpracování
b) výřezy pro výrobu sloupů (sloupovina)
c) slabé výřezy pro pilařské zpracování (agregát)
- IV jakostní třída a) dolovina a důlní výřezy, tyčovina
b) dříví pro výrobu dřevoviny
- V jakostní třída a) dříví pro výrobu buničiny a desek na bázi dřeva
- VI jakostní třída a) palivové dříví

Do první jakostní třídy spadá dříví nejvyšší kvality a do šesté jakostní třídy patří dříví, které kvůli kvalitě již nelze použít jakýmkoliv jiným způsobem nežli na výrobu palivového dřeva.

3.4.3 Zdroj lesní dendromasy

Zdrojem lesní dendromasy, neboli dříví jakožto suroviny, není nic jiného než lesy. Je velmi těžké a technicky náročné určit biomasu stromů a zároveň vymezit reálné využitelné složky. Údaje od odborníků z celého světa se velmi liší, jelikož se proměnlivost jednotlivých druhů lesních dřevin v rámci areálů rozšíření může do určité míry lišit. V jehličnatých porostech se podíl kmenového dřeva ve věku obmýtlí pohybuje okolo 62 %, podzemní biomasa okolo 23 % a biomasa korun okolo 15 %. V listnatých stejnorodých porostech je podíl biomasy kmenů velice rozdílný a podle kvality porostu se pohybuje od 52 do 68 %. Koruny mají podíl 10 až 19 %, podzemní části od 8 do 25 % z celkové biomasy. Ve smíšených listnatých porostech je podíl kmene ve věku obmýtlí asi 50 %, průměrný podíl biomasy korun je 18–26 % a podíl biomasy podzemních částí je 16–24 % (Lieskovský, 2016).



Obrázek 4 - Podíl složek biomasy u jehličnatých stromů Obrázek 5 - Podíl složek biomasy u listnatých stromů

Zdroj obrázků 4 a 5: Lieskovský, 2016

3.5 Zpracování dendromasy

Dendromasa jako taková, se před finálním zpracováním, nejčastěji pro energetické účely, musí dostatečně zpracovat, neboť ve spalovacích zařízeních nelze různé druhy dendromasy použít napřímo, proto se musí zpracovat do vhodných tvarů a rozměrů. Jejím zpracováním se rozumí například štěpkování, peletování, briketování, drcení nebo sušení. Zpracováním biomasy k energetickým účelům se získávají takzvaná biopaliva. Biopaliva se dělí na tři druhy (Pastorek a kol., 2004):

- Pevná (dřevní štěpka, brikety, pelety, kůra, piliny, palivové dřevo)
- Plynná (bioplyn, pyrolýzní plyn, syntézní plyn, dřevoplyn)
- Kapalná (metanol, etanol, oleje, pyrolýza oleje)

3.6 Mechanické zpracování pevných paliv

Vzhledem k tomu že vstupní materiál je pro energetické využití objemově a tvarově různorodý, je zapotřebí ho před samotným energetickým zpracováním homogenizovat dezintegrací nebo tříděním rozdělit do jednotlivých frakcí. Pro tuto rozdílnou charakteristiku je nutno použít různorodé univerzální technologie (Lieskovský, 2016).

3.7 Produkty z dendromasy pro energetické využití

3.7.1 Dřevní štěpka

Dřevní, resp. lesní štěpka je strojně nakrácená a nadrcená dřevní hmota na částice o délce od 3 do 250 mm. Je získávána z odpadů lesní těžby a průmyslového zpracování dřeva nebo rychle rostoucích dřevin. Tyto odpady nebo rychle rostoucí dřeviny jsou strojně nebo ručně vkládány do sekaček a drtičů, kde jsou pomocí nožů nebo kladiv zpracovány na určitou velikost. Tento proces se nazývá štěpkování.

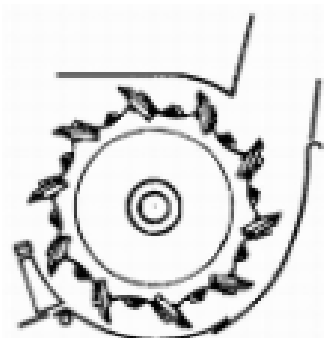
Jedná se o velmi levné biopalivo určené pro vytápění větších budov. Podle kvality štěpky a dalších příměsí ji můžeme dělit na štěpku zelenou, hnědou a bílou. Zelená neboli lesní štěpka, je získávána ze zbytků po lesní těžbě, složená z drobných větví, jehličí anebo listí (má značně vysokou vlhkost), hnědá štěpka je získávána ze zbytkových částí kmenů s obsahem kůry, a bílá štěpka se získává z odkorněného dříví, respektive neobsahuje žádnou kůru.



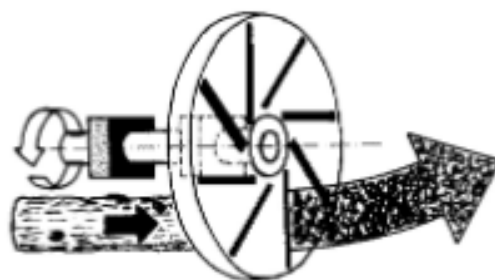
Obrázek 6 - Dřevní štěpka vyrobená nožovým štěpkovačem (Stupavský, Holý, 2010)



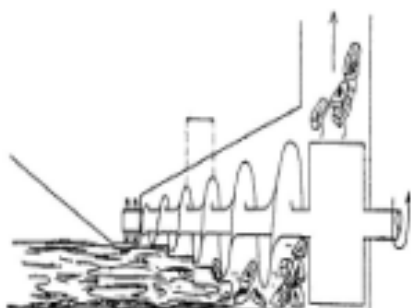
Obrázek 7 - Dřevní štěpka vyrobená kladivovým štěpkovačem (Stupavský, Holý, 2010)



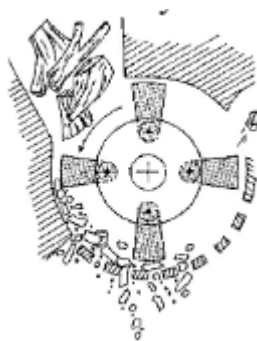
Obrázek 8 - Bubnová sekačka (Simanov, 2008)



Obrázek 9 - Disková sekačka (Simanov, 2008)



Obrázek 10 – Šneková/spirálová sekačka (Simanov, 2008)



Obrázek 11 - Kladivový drtič (Simanov, 2008)

Výhřevnost je velice závislá na obsahu vody, její hodnota u štěpky ze zbytků lesní těžby se pohybuje v rozmezí 8 až 12 MJ/kg. Obsah vody bezprostředně po těžbě dosahuje více jak 55 % při objemové hmotnosti okolo 300 kg/m³. Tento obsah vody zpravidla klesá o 30 % při

objemové hmotnosti kolem 250 kg/m^3 , pokud je štěpka vystavena přirozenému dosušení během léta na slunném a větrném místě. Výhřevnost dřevní štěpky, zpracované ze zbytků z průmyslového zpracování dřeva se pohybuje mezi 9 až 16 MJ/kg. Obsah vody v pilařských odpadech bývá kolem 45 % a z truhlářské výroby kolem 15 %.

Technologie výroby elektřiny a tepla z dřevní štěpky

Štěpku lze používat ve vyšší výkonové škále kotlů a kamen v rodinných domech a ve větších budovách. Vzhledem k povaze paliva jde o zcela čistý a obnovitelný zdroj energie bez přidané energie (např. na sušení nebo lisování), což se projevuje v nízké pořizovací ceně za palivo. V kotlích na spalování dřevní štěpky můžeme spalovat jak neztačenou, tak i volně loženou dřevní štěpku zpracovanou na drobno (štěpkovačem nebo drtičem) z dřevních zbytků z lesní těžby, pil apod. Velikost, výkon a doporučení výrobce nám pomůže určit, kterou štěpku využívat. A to, jestli hrubší, o nestejně frakci vyrobenou v kladivových drtičích, nebo jemnější štěpku, která byla vyrobena v nožových štěpkovačích (Stupavský, Holý, 2010)

Kotle na dřevní štěpku jsou primárně určeny pro ústřední vytápění a ohřev vody větších obytných budov, skupin budov nebo podniků. Štěpkové kotle nejnižších výkonů lze avšak také použít k vytápění a ohřevu vody v rodinných domech. Tepelný výkon těchto kotlů začíná na 15 kW. Při vyšších výkonech, které se pohybují ve stovkách kW je využití dřevní štěpky mnohem hospodárnější, než je spalování pelet. Výkon kotlů lze samozřejmě automaticky regulovat. V některých kotlích lze spalovat dokonce i rostlinné zbytky nebo obilí. Tyto kotle zpravidla nabízejí veškerý komfort automatizace jako u peletových kotlů (Stupavský, 2010).

Skladování štěpky a manipulace s ní

Dřevní štěpka má nízkou objemovou hmotnost, a proto potřebujeme pro její skladování prostornější sklady, velkoobjemová síla anebo haly. Pro skladování štěpky v rodinném domě, je doporučený prostor ve sklepě minimálně 50 m^3 . Důležité je provětrávání, neboť kvůli vyššímu obsahu vody je štěpka náchylná k plesnivění a zapařování, což v uzavřených místnostech vede k riziku samovznícení. Zároveň nám tím štěpka prosychá. Štěpka je poté při vlastním přikládání nejčastěji dopravována šnekovým dopravníkem. Moderní automatické kotle určené pro spalování tvarových biopaliv – pelety, štěpka apod. umožňují samočinnou dodávku paliva do topeniště. Tyto automatické kotle jsou určeny především pro paliva do velikosti 5 cm frakce, tedy pro spalování dřevních pelet, štěpky, agropelet, popř. obilí (Stupavský, Holý, 2010).

Výsledky práce ohledně rizika samovznícení potvrdily, že volba metody ukládání štěpky do menších, prostorově rozdělených hromad může vést k výrazné minimalizaci rizika samovznícení a požáru, avšak dochází ke zhoršení vlastností štěpky. V hromadě dřevní štěpky o celkové výšce 4,0 m a hmotnosti 163,5 t byly teploty po půlročním skladování nad 60 °C trvale. Pozitivním efektem tohoto způsobu skladování štěpky však nebyla minimalizace produkce spor fytopatogenů a s tím spojené ohrožení zdraví pracovníků, kteří s ní manipulují. Výsledky potvrdily, že doba skladování delší, než půl roku zhoršuje energetické vlastnosti skladované štěpky. Přínos ověřeného způsobu skladování bukových štěpek lze definovat pouze z hlediska snížení rizika vzniku požáru (Lieskovský, Gejdoš 2021).

3.7.2 Dřevní pelety

Dřevní peletky jsou perspektivním, vysoce komprimovaným, sypaným fytopalivem (do 1,4 kg/dm³), s vysokou výhřevností (do 18 MJ/kg), nízkým obsahem popelovin (0,5 až 1 %), malým obsahem vody (kolem 10 %), o průměrech od 6 do 20 mm, s délkou do 40 mm, odolným proti nárazu, s nízkými nároky na skladovací prostory a umožňujícím automatizaci procesů spalování (Sladký, 2001).

Dřevěné pelety jsou ekologické palivo vyráběné z čistého dřeva bez příměsí. Jsou to malé válečky lisované z dřevěných pilin, které umožňují komfortní, automatické vytápění. Dřevěné pelety mají standardizovanou velikost, a tak si automatický kotel může sám přikládat přímo ze zásobníku. Nejčastěji jsou vyráběny s průměrem 6 mm, délka je různorodá a to od 5 až do 40 mm. Nemusí se vždy jednat o dřevěné pelety, neboť na trhu máme i takzvané směsné pelety. Mezi tyto směsné pelety řadíme například pelety rostlinné, kůrové, rašelinové nebo pelety z dalších jiných materiálů z biomasy. Barva dřevní pelety může být různorodá. To, jakou mají pelety barvu závisí na použitém druhu dřeva, příměsí kůry, nebo na kvalitě suroviny ovlivněné vlhkostí. Barvu také ovlivňuje technologický proces výroby. Jejich vlhkost bývá stabilní a nízká (okolo 8 %). Obsah popele je také nízký (kolem 1 %). Peletováním vzniká zcela nový druh dřevního paliva s vysokou energetickou hustotou, dobrými palivářskými vlastnostmi a vynikajícími vlastnostmi z hlediska dopravy a manipulace (Klobušník 2003).

Základní technické parametry pelet

Výhřevnost pelet se pohybuje mezi 16 až 18 MJ/kg. Při hoření vzniká jen nepatrné množství popele, které odpovídá přibližně 0,5 % hmotnosti spáleného paliva. Představuje to zhruba 5 kg popele na 1 tunu pelet. Tento popel se dá výhodně použít jako zahradní hnojivo. Objemová hmotnost pelet se pohybuje okolo 850 kg/m³. Vlhkost pelet dosahuje maximálně do 10 % (Stupavský, 2010).



Obrázek 12 - Dřevěné pelety bez kůry (Stupavský, 2010)



Obrázek 13 - Dřevěné pelety s kůrou (Stupavský, 2010)



Obrázek 14 - Výroba pelet pomocí paletovacího lisu (ceska-peleta.cz)

Výroba pelet

Na začátku před lisováním je pilina v první fázi vysušena. Sušení probíhá v technologické sušárně, ve větších výrobnách se používají pásové sušárny. Pro tuto část procesu se ve výrobnách nejčastěji používá vlastní vyprodukované teplo, vzhledem k energetické

náročnosti fáze. Když se pilina vysuší, je třeba ji rozdrtit na určitou a stejnou zrnitost, neboť pelety jsou vyráběny z dřevních zbytků různých velikostí. Následně dochází k jemnému třídění pilin, které probíhá na třídící se síty, které od sebe odděluje štěpku z drtiče a piliny určené k peletování. Ze sušičky se piliny dopravují dopravníkovým systémem do homogenizačního zařízení, kde se následně lopatkami zhomogenizuje jejich struktura rozbitím hrudek vytvořených při sušení. Po oddělení prachu od pilin přichází na řadu peletizér, kterým se pelety vyrábějí. Ke vzniku pelet dochází při zvýšené teplotě a tlaku, za přísunu nasycené vodní páry dochází ke změnám jednotlivých fyzikálních a chemických složek dřeva. Při protlačování se výlisek zahřeje zhruba na teplotu okolo 90 °C a je nutné jej ochladit. To se děje nejčastěji v protiproudém chladiči, kde se teplota sníží na 30 – 35 °C (Klobušník, 2003).

U normovaných dřevěných pelet se výrobní kapacita v České republice vyšplhala na celkových 118 250 tun/rok, ale samotná výroba běžela jen na 26 468 tun. Z uvedeného množství bylo vyvezeno 24 124 tun a domácí spotřeba pelet byla jen 2 344 tun. Proti spotřebám u našich sousedních zemí je to téměř nula. V sousedním Německu přesahuje výrobní kapacita pelet hodnotu 1 100 000 tun/rok, současná produkce je 810 000 tun/rok. V Rakousku je nyní výrobní kapacita 920.000 tun/rok, současná produkce pak 450 000 tun/rok (Černý, 2008).

Skladování pelet

Pelety díky svému tvaru vyžadují prostor pro skladování menší, než je prostor potřebný pro jiná pevná paliva (palivové dříví, štěpka, dřevní brikety). Pro skladování většího množství pelet je nejvhodnějším skladem silo. Tento typ skladu lze konstrukčně řešit jako podzemní či nadzemní nádrž, dřevěná ohrada nebo vybetonovaná jímka. Mezi další možnost patří textilní (pytlové) silo, které usnadňuje manipulaci při přepravě (Klobušník, 2003).

Tyto možnosti skladování pelet se dělí na základě dopravy pelet ke kotli. Doprava pelet je buď ručně, anebo pomocí automatických podavačů a zásobníků. Automatické podavače pro přísun paliva do kotle reagující na jeho aktuální požadavek mohou být řešeny buď mechanicky, a to šnekovým dopravníkem, anebo pneumaticky, a to hadicovým dopravníkem. Varianta, která nezahrnuje automatickou dopravu je sice nejlevnější, což je ale kompenzováno nutností ruční příkládání, proto se doporučuje sklad co nejbliže kotli (Stupavský, Holý, 2010).

Samotná distribuce se provádí buď v pytlích o hmotnosti 10–25 kg, ve velkých textilních vacích o hmotnosti 1000 kg (big-bag), volně ložené na valnících, anebo cisternovým automobilem (Stupavský, 2010).

Využití pelet v topných systémech

Pelety lze používat ve velice široké výkonové škále kotlů a kamen pro rodinné domy i větší budovy. Vzhledem k povaze paliva nevzniká při spalování téměř žádný kouř a nedochází ani k uvolňování jiných škodlivin, neboť neobsahují žádná chemická pojiva nebo jiné škodlivé příměsi. Jde tedy o zcela čistý a obnovitelný zdroj energie. Kvalita pelet se posuzuje podle norem. Na trhu převládají německé normy DIN a DIN plus a rakouská norma ÖNORM M 7135. Tyto normy určují složení pelet.

Moderní automatické kotle na pelety nevyžadují o moc více obsluhy, nežli kotle spalující plyn nebo elektřinu. Jednou z mnoha předností peletových kotlů je automatická doprava paliva mezi skladem a samotným kotlem. Pelety jsou dovezeny speciální cisternou, která svůj obsah nafouká přímo do sklepa nebo zásobníku pelet. Z vývoje prodejnosti kotlů v posledních letech lze vyčíst, že poměrně stabilní meziroční prodeje mají elektrokotle. Prodeje kotlů na uhlí, zemní plyn a topný olej vykazují za dané období sestupnou tendenci. Naopak kotle na biomasu vykazují růst objemu prodeje (Stupavský, 2012).

3.7.3 Dřevní brikety

Lisování dendromasy do formy briket je jedním ze základních typů lisování. Brikety jsou stlačeny vysokým tlakem do tvaru plného válece nebo hranolu nebo tělesa se středovým odlehčovacím otvorem o vnějším průměru větším než 40 mm ale menší než 100 mm a se specifickým objemem hmotnosti cca 1000 kg/m³ (Sladký et al. 2002).

Dřevní brikety vznikají lisováním materiálu vhodné zrnitosti. Jsou vyráběny lisováním podobně jako pelety. Lisují se například ze suchého dřevního prachu, drtě, pilin, kůry, jemných hoblin nebo rostlinných zbytků. Nejčastější forma briket jsou tvarem válečky, hranoly nebo šestistěny o rozměrech v průměru 40 až 100 mm a na délku do 300 mm. Podle již výše vyjmenovaných materiálů na výrobu se na trhu můžeme setkat s briketami ze dřeva, kůry, slámy, z energetických plodin anebo s briketami vyrobených ze směsí těchto materiálů, takzvaně směsnými briketami.

Základní technické parametry dřevných briket

Výhřevnost briket dosahuje 12 až 18 MJ/kg. Výhřevnost je závislá na kvalitě briket a jejich složení. Čistá dřevní briketa, která je bez příměsí kůry bývá nejsvětlejší. Tmavší barva briket je způsobená příměsí, nejčastěji kůry. Toto vizuální pravidlo neplatí u briket vyrobených z rostlinné biomasy. Brikety však mohou být různého zbarvení v závislosti na základě použité

biomase, na ovlivnění kvality suroviny vlhkostí, nebo na použitém technologickém procesu výroby. Objemová hmotnost briket se pohybuje okolo 1000 až 1200 kg/m³. Díky vysokému stlačení materiálu při nízké vlhkosti mají je vlhkost briket stabilní a nízká. Obsah vody se obvykle pohybuje okolo 8 %, maximálně však do 10 %. Obsah popele, který se pohybuje kolem 1 až 3 %, je stejně jako u pelet nízký, zhruba 10 kg popele na 1 tunu briket. Obsah popele závisí na obsahu kůry a jiných látek s větším obsahem minerálních příměsí v procesu výroby briket (Stupavský, Holý, 2010).



Obrázek 15 - Různé typy briket (contechin.eu, 2019)



Obrázek 16 - Válcovité brikety se středovým odlehčovacím otvorem (contechin.eu, 2019)

Výroba briket

Proces výroby briket se nazývá briketování. Spočívá v silném stlačení dřevních nebo rostlinných zbytků. Briketování může značně snížit objem produkovaného odpadu, který by jinak představoval těžko zpracovatelný materiál. Briketování vede k tomu, že brikety mají

menší objem než původní materiál, a tak nabízejí produkt s vyšší hustotou. Proces výroby probíhá velmi podobně jako při výrobě pelet viz. 3.7.2. Dřevní odpad nejprve musí být zpracován na jemnější frakce, následně proběhne proces sušení na vlhkost, která je požadována, a nakonec za vysokého tlaku se bez použití pojiv lisují do stanovených tvarů. Distribuce může probíhat buď v pytlích o hmotnosti 10 kg, nebo skládané na paletách ve fóliích o hmotnosti do 1000 kg (Stupavský, Holý, 2010).

I přes nepříznivé vlivy vznikly v České republice v období 1990–2008 výrobní kapacity těchto ekopaliv. U normovaných dřevěných briket dosahovala kapacita 149 448 tun/rok. Vlivem soudobých potíží byla ale samotná produkce nižší. Briket se vyrobilo 114 663 tun z toho 81 910 tun bylo exportováno. Celkem 5 784 tun spotřebovaly větší tuzemské firmy a 26 969 tun byla spotřeba malých českých firem a domácností (Černý 2008).

Skladování briket

Brikety lze skladovat uvnitř vytápěné budovy v odděleném skladovacím prostoru nejčastěji na paletách zabalených ve fólii. Sklad by měl být dostatečně veliký, aby se do něj vešlo palivo potřebné na celou topnou sezonu (pro rodinný dům to je do cca 15 m³). V případě omezeného prostoru pro skladování, lze vybudovat v blízkosti kotle mezisklad. Nutno podotknout že brikety je nezbytné do kotle přikládat ručně několikrát denně. Na noční topení existují takzvané úsporné režimy, které lze na kotlích nastavit. Rizikem těchto úsporných režimů je však u některých kotlů tvorba nepříznivých emisí. Nutno také podotknout, že dlouhodobé skladování dřevěných briket se nedoporučuje (Stupavský, 2010).

Využití a vytápění

Nejprve je třeba z pohledu spotřebitele rozlišit, k jakému účelu mají brikety sloužit. Pro rychlé vytápění chaty na víkend se doporučují brikety z měkkého dřeva s otvorem uvnitř. Ty umožňují snadnější zátop a rychlejší prohořívání. Pro stabilní vytápění rodinného domu jsou doporučeny brikety plné, nebo takzvané RUF brikety, ty jsou schopny dodávat pomalý a rovnoměrný žár s až šesti hodinovou dobou žhnutí.

Brikety je možné spalovat víceméně v jakýchkoliv kotlích na dřevo, dají se použít v krbech, kachlových kamnech i kotlích ústředního vytápění. Brikety jsou ekologickou náhradou za uhlí a alternativou pro obce potýkající se s problémem s kouřem ze spalování uhlí v domácích topeništích. Nejvyšší účinnosti při spalování briket z biomasy se dosahuje v tzv. zplyňovacích kotlích, díky využití energie prskavé hořlaviny. Vzhledem k povaze paliva jsou

brikety z biomasy zcela čistý a obnovitelný zdroj energie, neboť při dokonalém spalování vzniká minimální množství škodlivin (Stupavský, Holý, 2010).



Obrázek 17 - Malý briketovací lis COMAFER DINAMIC 85N (drevoobrabeci-stroje-carbe.cz, 2011)

3.8 Efektivnost investičních projektů – finančně-ekonomická analýza

Efektivnost investičních projektů je klíčovým faktorem pro úspěch organizací a dosažení dlouhodobých strategických cílů. Investiční projekty představují značné finanční závazky a zdroje, a proto je kritické, aby byly řádně analyzovány a hodnoceny z hlediska jejich potenciálu generovat hodnotu a dosahovat stanovených cílů.

Finančně-ekonomická analýza je klíčovým nástrojem pro posouzení a hodnocení investičních rozhodnutí a projektů z hlediska jejich finanční výhodnosti a dopadů na ekonomiku. Tato analýza kombinuje principy finanční analýzy s ekonomickými metodami a teoriemi, aby poskytla komplexní pohled na výhody a rizika spojená s investicemi. Finanční aspekty analýzy zahrnují metody měření výnosnosti, jako je čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento a doba návratnosti, které pomáhají identifikovat, zda je investice finančně výhodná. Ekonomická analýza se zaměřuje na hodnocení dopadů investičních rozhodnutí na ekonomiku a společnost jako celek, zahrnující analýzu externích nákladů a přínosů, tržního potenciálu a udržitelnosti projektu. Kombinace těchto aspektů umožňuje manažerům a

investorům správně posoudit a rozhodnout o investičních příležitostech s ohledem na různé faktory a cíle organizace.

Efektivnost investičních projektů se obvykle měří pomocí několika ukazatelů a metod, které umožňují posoudit návratnost a výhodnost dané investice. Zde jsou některé z hlavních metod a ukazatelů používaných k hodnocení efektivnosti investičních projektů. Primárně se dělí na statické a dynamické.

3.9 Statické metody pro vyhodnocení efektivnosti

Statické metody se obvykle používají pro jednodušší investiční projekty, kde jsou předpokládané příjmy a výdaje konstantní a investice nemá vliv na tržní podmínky. Mezi statické metody patří například metoda návratnosti investice (ROI). Statické metody hodnocení jsou snadno srozumitelné a rychlé na výpočet, avšak jejich výsledky mohou být ovlivněny předpokládanými peněžními toky a nepočítají s časovou hodnotou peněz. Proto jsou často doplněny o dynamické metody pro komplexnější a spolehlivější hodnocení investic.

3.9.1 Bod zvratu

Bod zvratu, také bod zlomu (angl. Break Event Point), představuje situaci, kdy tržby pokrývají veškeré výdaje podniku či živnostníka. Je to klíčový nástroj finanční analýzy, díky kterému lze určit, kolik jednotek produktu, zboží či služby je třeba prodat za danou cenu, aby se vyrovnala hodnota nákladů a výnosů a začal se od daného okamžiku tvořit zisk.

Vzorec pro výpočet bodu zvratu:

$$BZ = \frac{FN}{(p - vn)}$$

Kde:

FN = Fixní náklady

p = Cena za výrobní jednotku

vn = variabilní náklady na výrobní jednotku

3.9.2 Návratnost investice (ROI)

ROI (Return on Investment) neboli návratnost investice je statická metoda, která slouží k měření efektivity investice na základě poměru zisku k investovaným prostředkům. Pomocí ROI lze zjistit, kolik korun zisku lze očekávat za každou korunu investovanou do projektu, podnikání nebo jiné aktivity. Výsledek je vyjádřen v procentech a udává, kolik procent z investice se vrátí jako zisk. Pokud je ROI vyšší než 100 %, znamená to, že investice je zisková, pokud je ROI nižší než 100 %, znamená to, že investice není zisková. Statická metoda ROI je vhodná pro porovnávání různých investičních projektů, protože umožňuje snadno porovnat jejich efektivitu a zvolit ten nejlepší.

Vzorec pro výpočet ROI:

$$ROI = \frac{(Z-N)}{N}$$

Kde:

Z = Zisk

N = Náklady

3.10 Dynamické metody pro vyhodnocení ekonomické efektivity

Pro výrobu biopaliv z odpadní dendromasy je nezbytné zajistit vhodnou technologii, což vyžaduje investování kapitálu. Obvyklou praxí je, aby každá investice prošla komplexním zhodnocením formou investičního projektu nebo záměru. Vzhledem k omezenému rozsahu této bakalářské práce nelze provést všechny potřebné analýzy pro zpracování investičního projektu. Cílem této práce je proto provést alespoň zkrácenou finanční a ekonomickou analýzu pomocí analýzy cash flow a následné vyhodnocení efektivity investice pomocí dynamických metod hodnocení.

3.10.1 Diskontní sazba

Diskontní sazba slouží ke stanovení kritérii ekonomické efektivity investičních projektů. Je tvořena čistou současnou hodnotou a indexem rentability. „*Základem pro stanovení diskontní sazby investičních projektů je diskontní sazba, která zabezpečí jednak úhradu nákladů cizího kapitálu a odměnu vlastníkům firmy za vynaložený kapitál. Diskontní sazba firmy lze pak ztotožnit s firemními náklady kapitálu.*“ Tyto náklady lze stanovit vážným aritmetickým průměrem nákladů vlastního a cizího kapitálu (Fotr, Souček, 2011).

Vzorec pro stanovení diskontní sazby:

$$n_k = \frac{VK}{K} * n_v + \frac{CK}{K} * (1 - s_{dp}) * n_c$$

Kde:

n_v = náklady vlastního kapitálu (%)

n_c = náklady cizího kapitálu (%)

n_k = firemní náklady kapitálu (%)

s_{dp} = sazba daně z příjmu (%)

CK = velikost zpoplatněného cizího kapitálu (Kč)

VK = velikost vlastního kapitálu (Kč)

K = součet CK + VK (Kč)

3.10.2 Současná hodnota cash flow (SHCF)

Pro výpočet SHCF je zapotřebí diskontovat očekávané budoucí výnosy projektu výnosovou mírou, kterou nabízejí srovnatelné investiční alternativy. Výnosová míra se označuje jako diskontovaná sazba nebo alternativní náklady kapitálu. Cash flow (CF) je rozdíl mezi peněžními příjmy a peněžními výdaji za sledované období.

Vzorec pro výpočet SHCF:

$$SHCF = \frac{CF_1}{(1+k)^1} + \frac{CF_2}{(1+k)^2} + \frac{CF_n}{(1+k)^n}$$

Kde:

CF = roční výnosy z investování za dobu ekonomické životnosti projektu

k = diskontovaná sazba

n = doba životnosti projektu (počet období)

3.10.3 Čistá současná hodnota (ČSH)

Čistá současná hodnota (angl. Net Present Value – NPV) patří k nejdéle používaným metodám analýzy investic, na které lze popsat základní hodnocení efektivnosti investic, případně srovnávání jednotlivých investičních příležitostí mezi sebou. ČSH se vypočte jako součet současných (diskontovaných) hodnot všech peněžních toků investice. To znamená, že je nutno nejdříve stanovit hodnotu každého dílčího peněžního toku investice a tyto hodnoty přepočíst (diskontovat) na základě přijaté diskontní sazby pro hodnocenou investici. Je-li hodnota uvedeného součtu kladná, může být hodnocená investice přijata. Je-li naopak záporná,

jde o důležitý argument pro nepřijetí hodnocené investice. Při porovnávání více investičních příležitostí mezi sebou za účelem výběru té z nich, která se jeví jako nejvýhodnější, se zpravidla vybírá ta, která vykazuje nejvyšší čistou současnou hodnotu (NPV) (Malečková a kol., 2012).

Čistou současnou hodnotu investice vypočteme podle vzorce:

$$NPV = (V - N) + \frac{V_1 - N_1}{1 + i} + \frac{V_2 - N_2}{(1 + i)^2} + \dots + \frac{V_n - N_n}{(1 + i)^n}$$

Kde:

i = úroková (diskontní) míra za jedno období (rok)

n = počet období (roků)

V = (odhadované příjmy) jsou kladné a N (náklady) záporné peněžní toky v jejich absolutní hodnotě; rozdíl ($V-N$) v příslušném roce je celkové výsledné cash flow (CF)

3.10.4 Index rentability (IR)

Index rentability (angl. Profitability Index – PI) je dosti blízký čisté současné hodnotě, avšak má relativní povahu. Index rentability vyjadřuje velikost současné hodnoty budoucího příjmu projektu, připadající na jednotku investičních nákladů přepočtených na současnou hodnotu. Kritérium, podle kterého se rozhodujeme o přijatelnosti projektu je číselná hodnota, která pro přijetí musí být větší než 1. Čím je toto číslo vyšší, tím je projekt výhodnější.

Vzorec pro stanovení IR:

$$IR = \frac{SHCF}{IK}$$

Kde:

IR = Index rentability

$SHCF$ = Současná hodnota Cash Flow

IK = Investovaný kapitál

3.10.5 Vnitřní výnosové procento (VVP)

Vnitřní výnosové procento (angl. Internal Rate of Return – IRR), vyjadřuje rentabilitu, kterou projekt poskytuje během své životnosti. Číselně je VVP rovno diskontní sazbě, při které je ČSH rovna nule. Čím vyšší je VVP, tím je vyšší návratnost investice. Přijetí investice připadá v úvahu, jestliže VVP vyjde větší než diskontní sazba firmy ($VVP > k$) (Fotr, Souček, 2011).

Vzorec pro výpočet VVP:

$$VVP = k_1 + \frac{\check{C}SH_1}{\check{C}SH_1 - \check{C}SH_2} (k_2 - k_1)$$

Kde:

k_1 = diskontní sazba, při které $\check{C}SH > 0$

k_2 = diskontní sazba, při které $\check{C}SH < 0$

$\check{C}SH_1$ = kladná $\check{C}SH$, při diskontní sazbě k_1

$\check{C}SH_2$ = záporná $\check{C}SH$, při diskontní sazbě k_2

3.10.6 Diskontovaná doba splatnosti (DDS)

Diskontovaná doba splatnosti (angl. Discounted Payback Period – DPP) výpočtem zjistí, jak dlouhé období je zapotřebí projekt provozovat, pro jeho ekonomickou návratnost. Metoda se spíše používá jako doplňková, neboť její nevýhodou je že nezohledňuje finanční toky plynoucí z investice, které následují po dosažení doby návratnosti. Rozhodovacím kritériem této metody je doba životnosti (T). Pokud je $DDS < T$, je pro podnik vhodné do projektu investovat.

4. Metodika

Primárním zaměřením této bakalářské práce je dřevní odpad z podniku na zpracování palivového dříví. Podnik si nepřeje být v této práci jmenován. Pro zjištění ekonomické efektivity investice do materiálového zhodnocení odpadu a neinvestiční alternativy přímého energetického zhodnocení odpadu bylo zapotřebí postupovat podle následně sestavených bodů:

- Analýza společnosti včetně sběru dat v podniku
- Výběr statických a dynamických metod pro vyhodnocení ekonomické efektivity na základě analýzy společnosti, viz. kapitola 3.8 a 3.9
- Analýza jednotlivých alternativ zhodnocení odpadu
 1. Odprodej odpadu k přímému energetickému zhodnocení – A
 2. Materiálové zhodnocení odpadu – B
- Porovnání a výběr efektivní alternativy

Nejdůležitější data, která jsem potřeboval nasbírat byla výrobní kapacita, která byla stanovena na základě objemu zpracované kulatiny. Dále jsem potřeboval zjistit objem vyprodukovaného odpadu. Data s počtem množství vyprodukovaného odpadu byla měřena na základě frekvence vyvážení odpadního prostoru a změřením velikosti odpadního prostoru.

Následně byly vypočítány náklady na jednotlivé alternativy, jako například doprava nebo pořizovací cena. Ty se stanovily z veřejně dostupných dat jako je vzdálenost dopravy nebo cena pohonných hmot.

Kromě nákladů bylo také zapotřebí vypočítat i výnosy. Ty se stanovili na základě nabídky cen za prodávaný produkt. Cena byla buď nabídnuta poptávajícím podnikem, v našem případě Semenařský závod LČR v Týništi nad Orlicí, nebo byla stanovena na základě pořizovací ceny materiálu, odpadu a hodnoty práce.

Výnosy i náklady byly počítány ve stálých cenách bez růstového indexu. Volba vhodné diskontní sazby závisí na mnoha faktorech, jako je například velikost podniku, rizikovitost investice, aktuální situace na trhu a podobně. Většinou se používají sazby mezi 5-15 %, nicméně to není přesně dané pravidlo a může se lišit v závislosti na konkrétní situaci. Vzhledem ke zmíněným faktorům byla zvolena sazba 5 %. Doba při výpočtech ekonomické efektivity byla u obou alternativ stanovena na 5 let, neb se předpokládá, že podnik ještě minimálně 5 let bude provozuschopný. Veškerý sběr dat byl prováděn přímo v podniku a za spolupráce majitele.

4.1 Metoda odprodeje k přímému energetickému zhodnocení – Alternativa A

Metoda odprodeje k přímému energetickému zhodnocení neboli zhodnocení dřevního odpadu ve formě výroby energie, konkrétně tepelné, spočívá ve spalování onoho odpadu v kotli na biomasu. Vzhledem k velikosti podniku, v něm nelze uskutečnit přímé energetické zhodnocení, tudíž se bude jednat o prodej nezpracovaného odpadu jako paliva pro finální spotřebitele.

Pro tuto alternativu jako vstupní hodnoty potřebujeme znát množství vyprodukovaného odpadu za určitou dobu. Od toho se zjistí jak často a kolik bude odpadu k dispozici k prodeji. Dále je nutné zjistit a vypočítat cenu, za kterou se bude odpad prodávat. Kromě příjmů musíme také zohlednit náklady, a to konkrétně na dopravu, které se právě promítnou do ceny odpadu. Zhodnotit je také třeba čas strávený nakládáním a čas strávený na cestě k zákazníkovi. Tato alternativa nezahrnuje žádné počáteční investice, neboť pro odvoz odpadu budou využity stávající dopravní prostředky, a tudíž je zcela neinvestiční, což je pro tento konkrétní podnik a jeho podmínky ideální. Vzhledem k tomu, že alternativa je neinvestiční, netřeba stanovovat dobu návratnosti.

4.2 Metoda materiálového zhodnocení – Alternativa B

Tato metoda spočívá ve zpracování odpadu a jeho přeměnu na jiný produkt, který by byl prodáván finálnímu spotřebiteli také za účelem paliva. Vzhledem k velikosti podniku, technologické kapacitě na zpracování dříví, počtu zaměstnanců a ostatním podmínkám odvíjejících se od předešlých, se jako nejvhodnější jeví odpad prodávat v menším množství ve formě zátopné směsi skládající se z pilin, kůry a třísek.

Pro tuto alternativu nám jakožto vstupní hodnoty poslouží hodnoty již zjištěné pro alternativu A. Kromě těch budeme také potřebovat znát další fakta jako například cena sušárny, pytlů, ve kterých se bude směs prodávat a cena energií v dané oblasti.

Zmiňovaná zátopná směs se bude prodávat v pytlích. Z ekonomického i ekologického hlediska se jeví vhodné použít papírové pytle. Papírové pytle jsou levné a může je konečný spotřebitel sám a jednoduše ekologicky zlikvidovat vytríděním. Abychom mohli směs prodávat v papírových pytlích, je potřeba materiál dostatečně vysušit, neboť vzhledem k jeho vlhkosti by se papírový pytel mohl promočit a obsah by mohl i zplsnivět. K tomu je potřeba investovat do sušárny na biomasu, která nám odpad dostatečně vysuší na potřebnou vlhkost (cca 10%).

Sušárna, která bude použita pro dostatečné vysušení odpadu bude rourová sušička na piliny. Sušárna nebude nová, bude již opotřebovaná, což je přínosné z hlediska investičních výdajů. Výkon motoru jsou 4 kW, disponuje také frekvenčním měničem pro upravení rychlosti nasávání. Je schopna usušit cca 300 kg/h na základě vstupních hodnot jako je vlhkost nebo frakce. Má na délku cca 8,5 metrů a v nejvyšším bodě dosahuje výšky 3 metrů. Teplota vzduchu v sušičce dosahuje cca 200 °C. Pro její vytápění lze využít pro nás nezpracovatelný dřevní odpad (odpad, který nelze nijak prodat) nebo palivové dříví. Spotřeba dřevního odpadu je 10-15 kg/hod. Pořizovací cena sušičky je 150 000,- Kč.



Obrázek 18 – Rourová sušárna na piliny (bazoš.cz)



Obrázek 19 – Rourová sušárna na piliny (bazoš.cz)

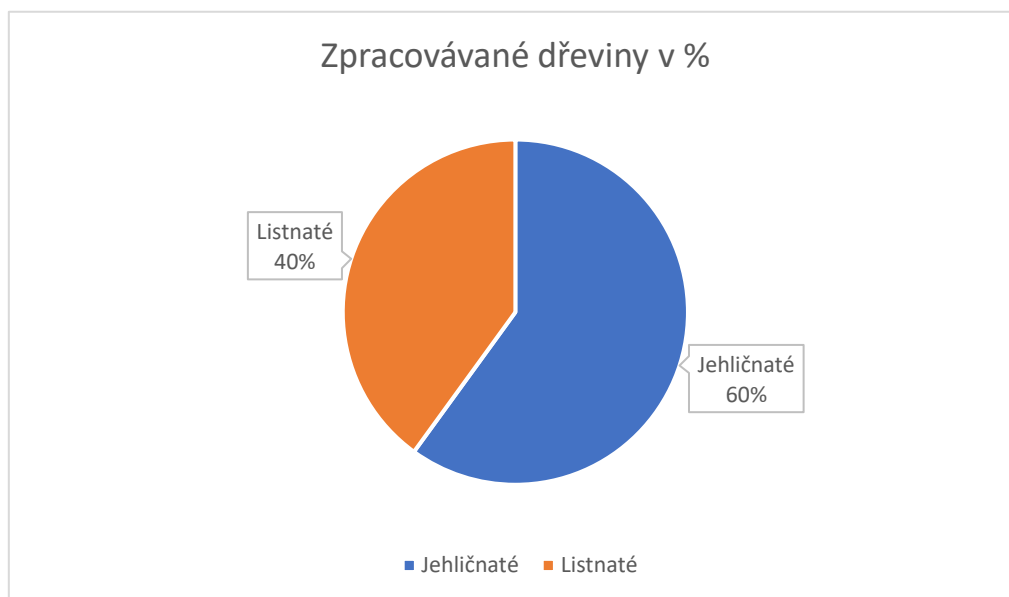
Pytle, v nichž se bude zátopná směs prodávat jsou vyrobené z papíru, nebělené a třívrstvé, tudíž i odolné proti protrhnutí. Pytle jsou o rozměrech 60 x 115 x 18 cm a jsou určeny na 50 kg obsahu. Cena jednoho pytle činí 20,95,- Kč bez DPH, s DPH je cena za pytel 25,35,- Kč. V případě odběru většího množství lze jednat o množstevní slevě, která se odvíjí na základě odebíraného množství a pravidelnosti odběru. Plnění pytlů bude probíhat ručně pomocí náčiní, nejlépe lopaty.

Stanovení ceny jednoho pytle závisí na několika faktorech. Prvním faktorem je cena sušárny, která je potřebná k vysoušení obsahu pytlů. Dále je zde cena samotných pytlů a náklady spojené s jejich plněním. Nezanedbatelným faktorem je i cena samotného obsahu pytlů, který se suší a balí. Kromě toho je nutné zohlednit náklady spojené s dopravou pytlů a energií spotřebovanou sušárnou během procesu. Všechny tyto faktory jsou klíčové při stanovení konečné ceny jednoho pytle, která by měla reflektovat jak náklady na výrobu a distribuci, tak i případný zisk

5. Výsledky

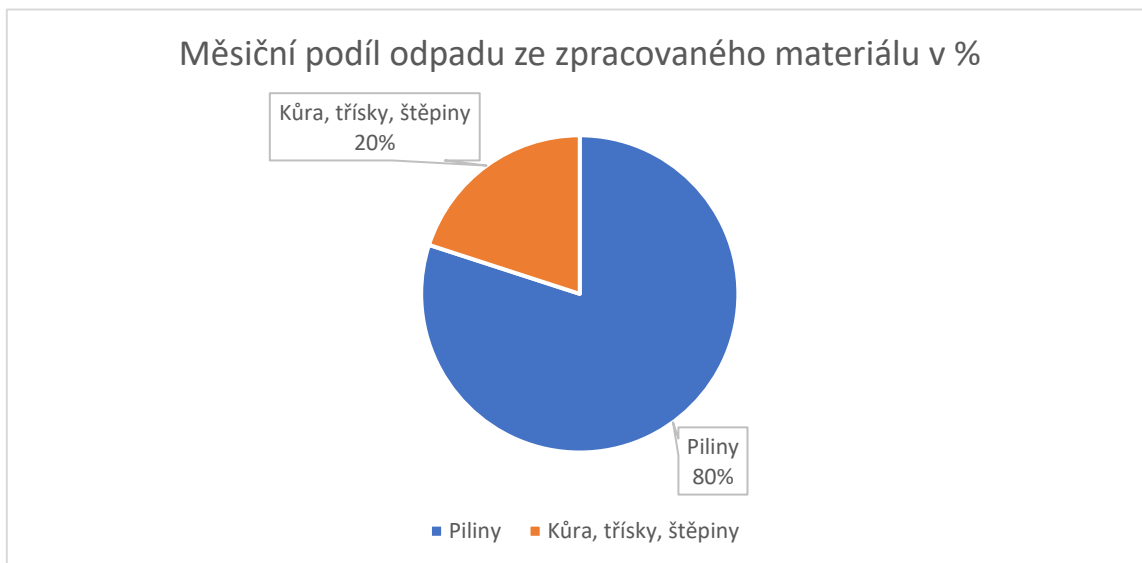
5.1 Analýza společnosti

Podnik, v němž je práce zpracovávána má pouze jednoho zaměstnance. Podnik zpracovává typické druhy dřevin jako je například smrk, borovice, jedle, dub, buk atd. Nelze přesně určit poměr zpracování druhů, neboť druhy, které se zpracovávají se odvíjí od momentální nabídky, která je proměnlivá. Poměr zpracovávání jehličnatých a listnatých dřevin je cca 60 % ku 40 %.



Obrázek 20 - Podíl zpracovávaných dřevin v podniku v % (vlastní zpracování)

Podnik zpracuje 7–10 m³ dříví denně, z čehož je přibližně 0,8 m³ odpadu pilin, který se třídí od dalších 0,2 m³ odpadu třísek, kůry a štěpin. Objem odpadu se odvíjí od zpracovávaného dříví. Měsíčně tak podnik zpracuje přibližně 140 m³ dříví z čehož je cca 16 m³ odpadu ve formě pilin, a 4 m³ odpadu ve formě kůry, třísek a štěpin. Měsíčně podnik nakoupí dříví ke zpracování v přepočítaném průměru zhruba za 110 000,- Kč. Následný měsíční prodej pak činí zisky v průměru za 166 000,- Kč. Nákup i prodej je velice různorodý a záleží na mnoha faktorech jako jsou nabídka vstupního dříví a množství, dále cena, za kterou je dříví nabízeno a také velikost poptávky od konečných spotřebitelů.



Obrázek 21 - Podíl vyprodukovaného odpadu za období jednoho měsíce (vlastní zpracování)



Obrázek 22 – Výrobní automat na palivové dříví v podniku (vlastní zpracování)



Obrázek 23 – Podávací plošina pro sortimenty s dopravníkem vedoucím do automatu (vlastní zpracování)



Obrázek 24 – Štípačka na sortimenty s velkou tloušťkou, které se nevejdou do automatu (vlastní zpracování)

5.2 Alternativa A – Odprodej k přímému energetickému zhodnocení

Tato neinvestiční alternativa uvažuje s přímým energetickým zhodnocení veškerého odpadu v daném podniku, což však při našich podmínkách není možné. Tudíž se nabízí jediná možnost, jak s odpadem nakládat, a to je jeho prodej jako paliva. Vzhledem k množství vyprodukovaného odpadu a jeho kvalitě, nelze prodávat maloobchodně koncovým zákazníkům, kteří by na to museli mít speciální kotle, neboť piliny nelze spalovat v obyčejném kotli na tuhá paliva. Nejlépe se jeví tento odpad prodávat do Semenářského závodu v Týništi nad Orlicí, který o tento odpad a jeho pravidelnou dodávku projevil zájem v celé šíři jakožto velkoodběratel za cenu 300,- Kč za 1 m³ pilin. Tento odpad slouží v závodě k vytápění a pro sušení semen lesních dřevin.

Provozní náklady

Tabulka 1 – Nákladová tabulka v korunách na 1 tunu odpadu; Var. A (vlastní zpracování)

| Náklady | Měrná jednotka | Hodnota |
|-------------|----------------|---------|
| Materiálové | Kč/t | 111,25 |
| Odpisy | Kč/t | 0 |
| Služby | Kč/t | 0 |
| Osobní | Kč/t | 41,67 |

Tabulka 2 – Náklady rozpočítané do pěti let; Var. A (v Kč) (vlastní zpracování)

| Náklady | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | SUMA |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Materiálové | 3 204 | 3 204 | 3 204 | 3 204 | 3 204 | 16 020 |
| Osobní | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 6 000 |
| SUMA | 4 404 | 4 404 | 4 404 | 4 404 | 4 404 | 22 020 |

Náklady pro Alternativu A činí celkem 3 204,- Kč ročně za dopravu a amortizaci auta a 1 200,- Kč ročně za čas pracovníka. Náklady na výrobu odpadu jsou nulové, neboť odpad vzniká jako vedlejší odpadní produkt při výrobě palivového dříví. Výroba palivového dříví sice má své náklady, ale ty jsou již pokryty v ceně palivového dříví.

Důvodem nízkých nákladů je lokace podniku, z kterého je odpad odvážen do závodu. Ten se nachází přibližně pouze 6 kilometrů od místa lokace podniku. Zároveň je to i nejvýhodnější možnost co se právě dopravy týče v poměru ceny za materiál a vzdálenosti na dovoz, neboť dovoz případným zákazníkům by byl z naprosté většiny mnohem vzdálenější.

Náklady na dopravu se vypočítali z průměrné spotřeby vozidla, která činí 10 litrů na 100 kilometrů. Automobil při jedné cestě tam a zpět spotřebuje přibližně 1,5 litrů paliva. Při stávající ceně 34,- Kč za 1 litr nafty to činí zmiňovaných 204,- Kč měsíčně. Tato částka však může být proměnlivá, neboť ceny pohonných hmot se v dnešní době mění nečekaně ze dne na den. Avšak i kdybychom počítali s cenou například 45,- Kč za 1 litr nafty, dostali bychom se na 270,- Kč měsíčně, což je stále vzhledem k výnosům přijatelné.

Do nákladů na dopravu se také počítá amortizace, na kterou se nesmí zapomenout. Amortizace automobilu, který není obchodním majetkem, se vypočítá vynásobením peněžní částky, která je 5,20,-Kč na 1 kilometr, ujetou vzdáleností. Tato částka je nově od roku 2023. V našem případě to činí $5,20 * 12 = 62,4 = 63,-$ Kč po zaokrouhlení měsíčně.

Osobní náklady byly vypočteny vynásobením času stráveného nakládkou, na cestě a vykládkou a hodinovou mzdou. Nakládka odpadu zabere 10 minut, cesta tam a zpátky 15 minut a vykládka 5 minut. Tento čas je orientační, pro výpočty to však postačí. Celý proces pak zabere 30 minut s hodinovou sazbou 200,- Kč za hodinu. To se rovná 100,- Kč měsíčně.

Výnosy projektu

Výnosy v této alternativě jsou v podobě prodeje pilin do zmiňovaného závodu. Měsíčně se do závodu dodá 16 m^3 pilin za 300,- Kč/ m^3 . Výnosy pro alternativu A v korunách za 1 tunu odpadu činí 2000,- Kč/t. Výnosy rozpočítané do 5 let pak vypadají následovně.

Tabulka 3 – Výnosy rozpočítané do 5 let; Var. A (v Kč) (vlastní zpracování)

| Výnosy | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | SUMA |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Prodej pilin | 57 600 | 57 600 | 57 600 | 57 600 | 57 600 | 288 000 |

Objem výroby: $16 \text{ m}^3 * 12 = 192 \text{ m}^3$ pilin/rok
 Cena za 1 m^3 : 300,- Kč/ m^3
 Tržby z prodeje pilin: $192 * 300 = 57 600,-$ Kč/rok

Cash Flow Alternativy A

Tabulka 4 – Cash Flow; Var. A (v Kč) (vlastní zpracování)

| | Cash Flow | Vzorec | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | SUMA |
|----|--------------|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | Výnosy | / | 57 600,00 | 57 600,00 | 57 600,00 | 57 600,00 | 57 600,00 | 288 000,00 |
| 2 | Náklady | N-RO | -4 404,00 | -4 404,00 | -4 404,00 | -4 404,00 | -4 404,00 | -22 020,00 |
| 3 | EBDITA | 1+2 | 53 196,00 | 53 196,00 | 53 196,00 | 53 196,00 | 53 196,00 | 265 980,00 |
| 4 | Odpisy | / | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | EBT | 3+4 | 53 196,00 | 53 196,00 | 53 196,00 | 53 196,00 | 53 196,00 | 265 980,00 |
| 6 | Daň z příjmu | 5*0,19 | -10 107,24 | -10 107,24 | -10 107,24 | -10 107,24 | -10 107,24 | -50 536,20 |
| 7 | ČHV | 5+6 | 43 088,76 | 43 088,76 | 43 088,76 | 43 088,76 | 43 088,76 | 215 443,80 |
| 8 | Odpisy | / | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | Cash Flow | 7+8 | 43 088,76 | 43 088,76 | 43 088,76 | 43 088,76 | 43 088,76 | 215 443,80 |
| 10 | SHCF | $9*(1/(1+DF)^n)$ | 41 036,91 | 39 082,78 | 37 221,69 | 35 449,23 | 33 761,17 | 186 551,78 |

Legenda:

EBDITA – příjmy před úroky, zdaněním; EBT – příjmy před zdaněním; N – celkové náklady;

ČHV – čistý hospodářský výsledek; SHCF – současná hodnota cash flow; RO – roční odpis; DF – diskontní faktor (0,05); n – rok provozu projektu

Vyhodnocení Alternativy A

| | |
|--|-----------------|
| Cash Flow projektu: | 43 089,- Kč/rok |
| Kumulovaná Současná Hodnota Cash Flow: | 186 551,78,- Kč |
| Net Present Value: | 186 551,78,- Kč |
| Index rentability: | Nelze aplikovat |
| Return on Investment: | 1 207,9 % |

5.3 Alternativa B – Materiálové zhodnocení

Tato alternativa pojednává o zpracování odpadu a jeho přeměně na další produkt určený k prodeji za účelem zisku. Velikost podniku, od níž se odvíjí objem zpracovaného dříví a objem vyprodukovaného odpadu, nám nedovoluje odpad zpracovávat ve formě briket nebo pelet. Tudíž jako nejvhodnější byla zvolena právě varianta zátopné směsi.

Tabulka 5 – Množství odpadu vyprodukované za jeden měsíc (v m³) (vlastní zpracování)

| Odpad | Piliny | Kůra, třísky, štěpiny |
|-------------------|--------|-----------------------|
| Množství za měsíc | 16 | 4 |
| Celkem | 20 | |

Nyní je zapotřebí spočítat kolik potřebujeme pytlů, abychom spotřebovali veškerý materiál vyrobený za měsíc. To se spočítá takto:

$16 \text{ m}^3 \times 150 \text{ kg/m}^3 = 2400 \text{ kg}$ odpadu pilin. $4 \text{ m}^3 \times 185 \text{ kg/m}^3 = 740$. Celkem tedy 3140 kg odpadu měsíčně. Pro výpočet byl použit přepočtový koeficient kde 1 m³ pilin váží v průměru 150 kg a 1 m³ štěpky váží 185 kg.

Každý pytel má nosnost 50 kg a rozměry 60 x 115 x 18 cm. My však potřebujeme zjistit kolik odpadu se vejde do jednoho pytle, a proto potřebujeme zjistit jeho objem. Toho dosáhneme vynásobením všech tří rozměrů:

$$60 * 115 * 18 = 124200 \text{ cm}^3 = 0,1242 \text{ m}^3 \text{ (124,2 litrů)}$$

Abychom zjistili, kolik pytlů budeme potřebovat, abychom uložili veškerý odpad, stačí vydělit celkovou objemovou kapacitu odpadu objemem jednoho pytle:

$$20 \text{ m}^3 / 0,1242 \text{ m}^3/\text{pytel} = 161,03 \text{ pytlů}$$

Z toho vyplývá, že budeme potřebovat minimálně 162 pytlů o objemu 124,2 litrů, abychom celý odpad uložili. Je ovšem důležité myslet na to, že vypočtené množství je teoretické a v praxi může být výsledek odlišný v závislosti na tom, jak pevně budou pytle naplněny a také na vlhkosti materiálu.

Hlavním faktorem zisku je cena, za kterou se bude pytel se směsí prodávat. Ta se odvíjí od již zmiňovaných investičních výdajů a provozních nákladů jako jsou ceny sušárny, pytlů, energií, a také od lidské práce a samotného materiálu. Po diskusi s majitelem podniku jsme došli k závěru, že nejvhodnější bude prodávat 1 pytel za 120,- Kč. Tato cena byla stanovena na

základě, již výše zmiňovaných aspektů, a také na základě cenové hladiny přijatelnosti, za kterou by byli ochotni zákazníci zaplatit.

Abychom se zbavili veškerého odpadu a nehromadil se nám, budeme muset počítat s prodejem všech 162 pytlů. Nákup těchto pytlů nám bude tvořit provozní náklady pro tuto alternativu. Celkové měsíční náklady z pořízení pytlů tak činí 4 106,7,- Kč.

$$162 * 25,35 = 4\ 106,7,- \text{ Kč}$$

Další faktor je čas, za který člověk dokáže jeden pytel naplnit. Pokud předpokládáme že jeden člověk bude plnit 124 litrový pytel manuálně, odhadujeme že mu to zabere 4 minuty času na 1 pytel. Nicméně, je třeba mít na paměti, že tento časový odhad se může lišit v závislosti na konkrétních podmínkách, např. hustotě a vlhkosti materiálu, nebo zručnosti člověka při manipulaci s lopatou.

Pokud předpokládáme, že jeden pytel se naplní za 4 minuty, pak na naplnění 162 pytlů bude potřeba celkově 648 minut. To znamená, že naplnění všech pytlů by mohlo trvat zhruba 10 hodin a 48 minut za předpokladu, že by bylo naplňováno nepřetržitě bez přestávek. Je třeba mít na paměti, že tento odhad je pouze hrubým výpočtem a čas potřebný k naplnění pytlů se může lišit v závislosti na různých faktorech, např. na fyzické kondici, konkrétních vlastnostech materiálu, prostředí a podobně.

Naplňovat pytle 10 hodin a 48 minut nepřetržitě bez přestávky však nelze, proto se musí naplňování rozdělit do více dnů. Naplnit všech 162 pytlů veškerým odpadem vyrobeným za 1 měsíc by například trvalo 5 dnů po 2 hodinách a 9 minutách. I tak je to celkem více než 10 hodin, což je spousta času pro výrobu palivového dříví. Otázka tedy je, zdali se vyplatí tento čas do toho investovat. Otázku zodpovíme tak že vypočítáme za celkovou cenu, kterou budou mít vyrobené pytle se zátopnou směsí za 10 hodin a 48 minut a porovnáme to s celkovou cenou, kterou získáme výrobou palivového dříví za stejný čas. Výroba palivového dříví zabere v průměru 1 hodinu a 30 minut na 4 m³.

Nejprve musíme převést veškerý čas na stejnou jednotku, v našem případě minuty:

$$10 \text{ hodin a } 48 \text{ minut} = 10 * 60 + 48 = 648 \text{ minut}$$

$$1 \text{ hodina a } 30 \text{ minut} = 1 * 60 + 30 = 90 \text{ minut}$$

Nyní si spočítáme hodnotu vyrobených produktů:

Za 648 minut se naplní 162 pytlů po 120,- Kč = 19 440,- Kč

Za 90 minut se vyrobí 4 m³ pal. dříví po 1 800,- Kč/m³ = 7 200,- Kč

Následně je potřeba spočítat v jaké hodnotě vyrobíme pal. dříví za 648 minut:

$$(7\ 200 / 90) * 648 = 51\ 840,- \text{ Kč}$$

Nyní víme že jsme schopni vyrobit palivové dříví ve vyšší hodnotě, nežli bychom získali prodejem zátopné směsi. V úvahu byl brán nejlevnější prodávaný sortiment, tudíž se cena za palivové dříví může i zvýšit.

Musíme tedy vymyslet jiný, efektivnější způsob plnění pytlů. Naskýtá se možnost plnit pytle směsí ihned po ukončení pracovní směny nebo na jejím konci. Počítejme s 20 pracovními dny, kde se vyrobí 157 kg odpadu denně, tedy 1 m³, což odpovídá 8 pytlům, což se rovná zhruba 32 minutám práce. Tento způsob pytlování je už mnohem adekvátnější a lukrativnější.

Nyní si potřebujeme pro finální výpočet shrnout všechny kapitálové výdaje a provozní náklady pro alternativu B. Mezi kapitálové výdaje patří pořízení sušárny, která bude postupně odepisována dle druhé odpisové skupiny (5 let). Typ odpisu bude použit rovnoměrný. Mezi provozní náklady řadíme materiálové náklady, odpisy a energie. Dále také spočítáme samotné výnosy projektu, které budou z prodejů zátopné směsi.

Kapitálové výdaje:

Sušárna pilin s kapacitou až 300 kg/hod (opotřebená) = 150 000,- Kč

Tabulka 6 – Odpisy pořízení sušárny (v Kč) (vlastní zpracování)

| Roční odpisy majetku | PC | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | SUMA |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Sušárna pilin | 150 000 | 16 500 | 33 375 | 33 375 | 33 375 | 33 375 | 150 000 |

Provozní náklady

Tabulka 7 – Nákladová tabulka v korunách na 1 tunu odpadu; Var. B (vlastní zpracování)

| Náklady | Měrná jednotka | Hodnota |
|------------------|----------------|----------|
| Materiálové | Kč/t | 1 307,88 |
| Odpisy | Kč/t | 796,18 |
| Služby (energie) | Kč/t | 112,1 |
| Osobní | Kč/t | 687,26 |

Tabulka 8 – Náklady rozpočítané do pěti let; Var. B (v Kč) (vlastní zpracování)

| Náklady | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | SUMA |
|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Materiálové | 49 281 | 49 281 | 49 281 | 49 281 | 49 281 | 246 405 |
| Odpisy | 16 500 | 33 375 | 33 375 | 33 375 | 33 375 | 150 000 |
| Služby | 4 224 | 4 224 | 4 224 | 4 224 | 4 224 | 21 120 |
| Osobní | 25 896 | 25 896 | 25 896 | 25 896 | 25 896 | 129 480 |
| SUMA | 95 901 | 112 776 | 112 776 | 112 776 | 112 776 | 547 005 |

Materiálové náklady: Nákupní cena pytlů * Počet potřebných pytlů na rok

$$= 25,35 * 162 * 12 = 49 281,- \text{ Kč}$$

Odpisy:

$$= 16 500,- \text{ Kč pro první rok, } 33 375,- \text{ Kč pro zbylé 4 roky}$$

Doba provozu sušárny: Množství sušeného odpadu / Kapacita sušárny * 12

$$= 2400 / 300 * 12 = 96 \text{ hodin/rok}$$

Energie: Výkon kW * Cena za kWh * Doba provozu (Cena 1 kWh je 11,- Kč)

$$= \text{Sušárna: } 4 * 11 * 96 = 4 224,- \text{ Kč/rok}$$

Osobní náklady: Čas strávený plněním pytlů * Hodinová mzda

$$= 25 896,- \text{ Kč/rok}$$

Provozní náklady pro alternativu B se vypočítaly viz. výše zmíněných postupů. Při výpočtu doby provozu sušárny se počítá pouze s množstvím odpadu, který do sušárny přijde. Jedná se pouze o piliny o hmotnosti 2400 kg. Zmíněná štěpka se do sušárny nevejde a také nemá takovou vlhkost jako piliny. Ve výrobní kapacitě se však počítá s oběma druhy odpadu a veškerou jeho hmotností, tedy 3140 kg měsíčně.

Osobní náklady byli vypočítány na základě času stráveným plnění pytlů. Čas na plnění sušičky není třeba započítávat, neboť je toto plnění automatizováno. Čas strávený plněním pytlů dosahuje vcelku 648 minut. Pro lepší počítání byla hodinová mzda převedena na minutovou = $200/60 = 3,33,-$ Kč/minuta. Následný výpočet vypadal takto – $648 * 3,33 = 2\ 158,-$ Kč měsíčně. Pro roční částku = $2\ 158 * 12 = 25\ 896,-$ Kč ročně.

Výnosy projektu

Výnosy v této alternativě jsou v podobě prodeje pytlů se zátopnou směsí. Ročně se vyprodukuje $240\ m^3$ odpadu a z toho se přibližně dle výpočtů 1944 pytlů se směsí. Výnosy pro alternativu B v korunách za 1 tunu odpadu činí 74 292,99,- Kč/t. Výnosy rozpočítané do 5 let pak vypadají následovně.

Tabulka 9 – Výnosy rozpočítané do 5 let; Var. B (v Kč) (vlastní zpracování)

| Výnosy | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | SUMA |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Prodej směsi | 233 280 | 233 280 | 233 280 | 233 280 | 233 280 | 1 166 400 |

Objem výroby: $20\ m^3 * 12 = 240\ m^3$ odpadu/rok
 $162 * 12 = 1\ 944$ pytlů se směsí/rok
 Cena 1 pytle zátopné směsi: 120,- Kč/kus
 Tržby z prodeje zátopné směsi: $1944 * 120 = 233\ 280,-$ Kč/rok

Cash Flow Alternativy B

Tabulka 10 – Cash Flow; Var. B (v Kč) (vlastní zpracování)

| | Cash Flow | Vzorec | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | SUMA |
|----|--------------|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| 1 | Výnosy | / | 233 280,00 | 233 280,00 | 233 280,00 | 233 280,00 | 233 280,00 | 1 166 400,00 |
| 2 | Náklady | N-RO | -79 401,00 | -79 401,00 | -79 401,00 | -79 401,00 | -79 401,00 | -397 005,00 |
| 3 | EBDITA | 1+2 | 153 879,00 | 153 879,00 | 153 879,00 | 153 879,00 | 153 879,00 | 769 395,00 |
| 4 | Odpisy | / | -16 500,00 | -33 375,00 | -33 375,00 | -33 375,00 | -33 375,00 | -150 000,00 |
| 5 | EBT | 3+4 | 137 379,00 | 120 504,00 | 120 504,00 | 120 504,00 | 120 504,00 | 619 395,00 |
| 6 | Daň z příjmu | 5*0,19 | -26 102,01 | -22 895,76 | -22 895,76 | -22 895,76 | -22 895,76 | -117 685,05 |
| 7 | ČHV | 5+6 | 111 276,99 | 97 608,24 | 97 608,24 | 97 608,24 | 97 608,24 | 501 709,95 |
| 8 | Odpisy | / | 16 500,00 | 33 375,00 | 33 375,00 | 33 375,00 | 33 375,00 | 150 000,00 |
| 9 | Cash Flow | 7+8 | 127 776,99 | 130 983,24 | 130 983,24 | 130 983,24 | 130 983,24 | 651 709,95 |
| 10 | SHCF | $9 \cdot (1 / (1 + DF)^n)$ | 121 692,37 | 118 805,66 | 113 148,25 | 107 760,24 | 102 628,80 | 564 035,31 |

Legenda:

EBDITA – příjmy před úroky, zdaněním; EBT – příjmy před zdaněním; N – celkové náklady;

ČHV – čistý hospodářský výsledek; SHCF – současná hodnota cash flow; RO – roční odpis;

DF – diskontní faktor (0,05); n – rok provozu projektu

Vyhodnocení Alternativy B

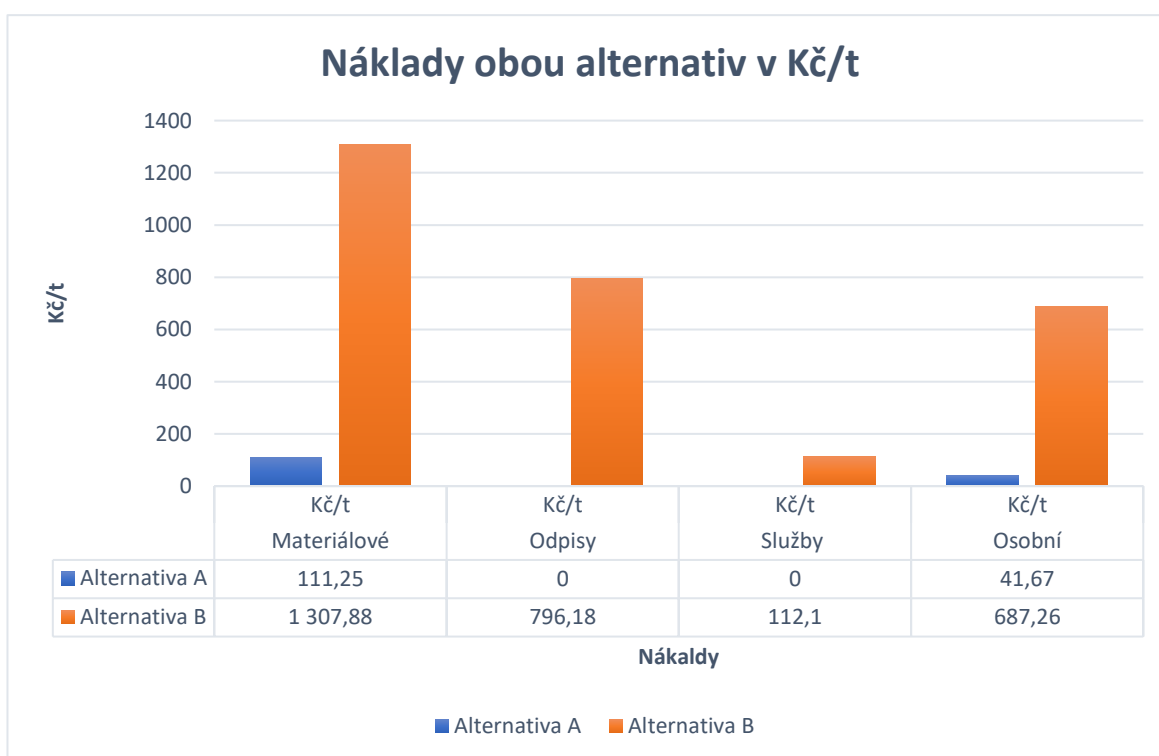
| | |
|--|------------------|
| Cash Flow projektu: | 130 342,- Kč/rok |
| Kumulovaná Současná Hodnota Cash Flow: | 564 035,- Kč |
| Net Present Value: | 414 035,31,- Kč |
| Index rentability: | 3,76 |
| Return on Investment: | 113,23 % |

5.4 Porovnání a výběr nejefektivnější alternativy

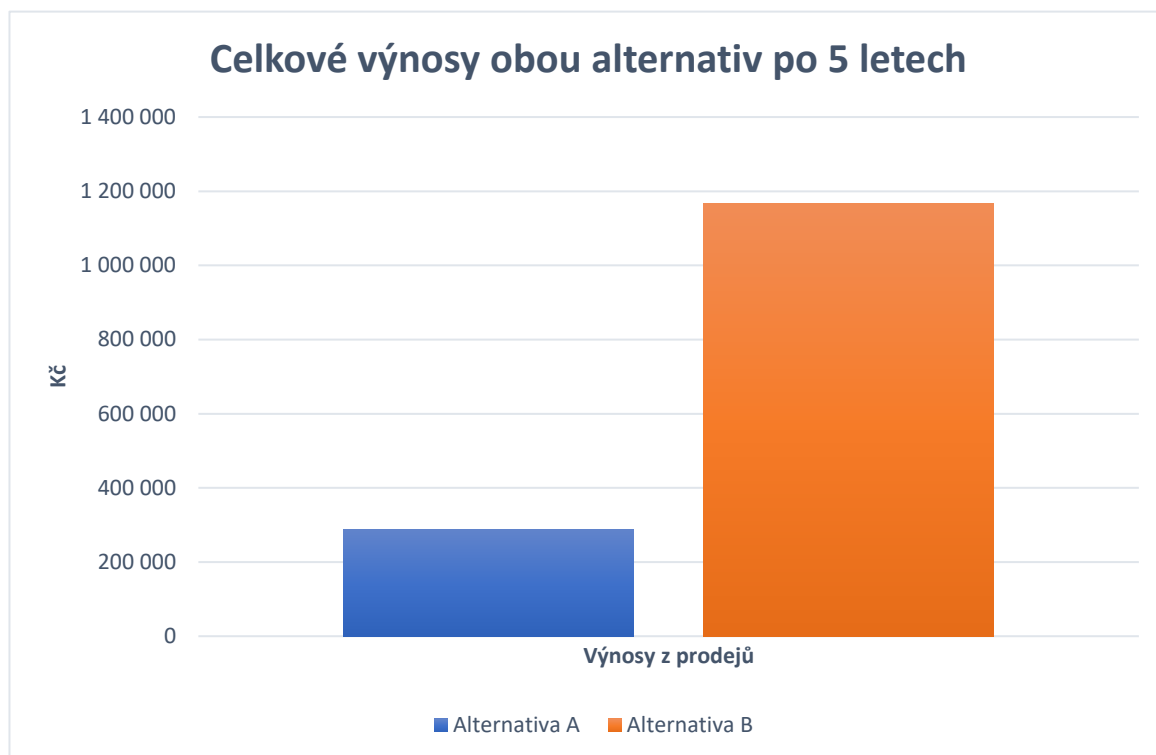
Na základě výše uvedených výsledků, lze vidět že obě alternativy jsou podle čísel přínosné. Obě alternativy mají jak krátkodobý, tak i dlouhodobý přínos.

Tabulka 11 – Porovnání Cash Flow obou alternativ (v Kč) (vlastní zpracování)

| | Cash Flow | Vzorec | A | B |
|----|--------------|------------------|------------|--------------|
| 1 | Výnosy | / | 288 000,00 | 1 166 400,00 |
| 2 | Náklady | N-RO | -22 020,00 | -397 005,00 |
| 3 | EBDITA | 1+2 | 265 980,00 | 769 395,00 |
| 4 | Odpisy | / | 0,00 | -150 000,00 |
| 5 | EBT | 3+4 | 265 980,00 | 619 395,00 |
| 6 | Daň z příjmu | 5*0,19 | -50 536,20 | -117 685,05 |
| 7 | ČHV | 5+6 | 215 443,80 | 501 709,95 |
| 8 | Odpisy | / | 0,00 | 150 000,00 |
| 9 | Cash Flow | 7+8 | 215 443,80 | 651 709,95 |
| 10 | SHCF | $9*(1/(1+DF)^n)$ | 186 551,78 | 564 035,31 |



Obrázek 25 – Porovnání nákladů obou alternativ v Kč/t (vlastní zpracování)



Obrázek 26 – Porovnání celkových výnosů obou alternativ za období 5 let (vlastní zpracování)

Tabulka a grafy výše zobrazují porovnání výsledků obou alternativ. Je patrné, že náklady alternativy B jsou patřičně vyšší, než náklady alternativy A. Nutno ale brát v potaz, že výnosy korelují s náklady, což znamená že k vysokým nákladům alternativy B, jsou očekávány také vysoké výnosy.

Tabulka 12 – Porovnání vypočítaných hodnot dynamických a statických metod (vlastní)

| Metoda | Jednotky | Alternativa A | Alternativa B | Výhodnější alternativa |
|--------|----------|---------------|---------------|------------------------|
| ČSH | Kč | 164 531,78,- | 414 035,31,- | Alternativa B |
| IR | INX | - | 3,76 | Alternativa A |
| ROI | % | 1 207,9 | 113,23 | Alternativa A |

V této tabulce lze jednoduše porovnat výsledné hodnoty z dynamických metod a z jedné statické metody, které se zabývají hodnocením ekonomické efektivity.

Za prvé pomocí Čisté současné hodnoty, kde lze vidět, že alternativa B je výrazně vyšší oproti alternativě A. Obě alternativy mají však kladnou čistou současnou hodnotu, tudíž dle preferencí lze i zvolit alternativu A.

Za druhé pomocí Indexu rentability, kde nám najevo vychází výhodnější alternativa A.

Za třetí pomocí statické metody Návratnost investice, kde je více než patrné, že Alternativa A má vyšší míru návratnosti neboli za každou investovanou korunu bude zisk 12,08,- Kč zpět.

Dle tabulky vychází vhodnější volba Alternativy A, kterou bych osobně volil a doporučil i já, neboť Alternativa B je sice výnosná, ale pro současnou situaci se do podniku moc nehodí. Důvodem je že z všeobecného přehledu problematiky a praxe majitele podniku vyplývá najevo, že by o toto zboží nebyl zájem z důvodu právě již zmiňované kvality zboží. O tento typ a kvalitu odpadu je zájem pouze ve větším množství, například 100 m³ do kompostárny nebo do podniků se speciálními kotli. Zároveň by 162 pytlů plných zátopné směsi zabíralo spousty místa a nebyl by prostor pro uskladnění v případě, že by se prodeji směsi nedařilo. Následně by také mohlo dojít k poškození produktu způsobeném vlhkem, neboť nejsou prostory, kde by se pytle mohly uchovávat v suchu a teple.

Pokud bychom chtěli, aby nám vycházela výhodnější alternativa B ve všech 3 bodech, bylo by zapotřebí zvýšit prodejní cenu jednoho pytle zátopné směsi natolik, aby výsledný Index rentability (IR) a Návratnost investice (ROI) byla vyšší, než je tomu teď. Toto lze jednoduše vypočítat navýšením ceny za kus, a tedy zvýšením celých výnosů.

Pro Index rentability by bylo potřebné cenu navýšit na 230,- Kč/kus. Celkové roční výnosy by tak vzrostly na 447 120 Kč a Index rentability by měl hodnotu 8,76.

Pro Návratnost investice to však nestačí, tam by bylo potřeba navýšit cenu jednoho pytle 740,- Kč/kus, což by celkové roční výnosy navýšilo na 1 438 560,- Kč. Hodnota ROI by pak byla 1217,94 %. Index rentability by při této ceně měl hodnotu 31,94.

Nicméně obě dvě ceny jsou vysoké, 740,- Kč/kus je až takřka nereálných a ochota zákazníka na tuto cenu přistoupit by byla pravděpodobně nulová a zájem o zboží by také pravděpodobně klesl na minimum.

6. Diskuse

V této bakalářské práci byla provedena analýza efektivity investice do materiálového a přímého energetického zhodnocení odpadů v pilařském průmyslu. Cílem bylo najít nejvhodnější metodu pro nakládání s odpady z pilařského podniku na výrobu palivového dříví. Výsledky analýzy ukázaly, že obě alternativy zhodnocení odpadů – materiálové a přímé energetické zhodnocení – vykazují kladnou ekonomickou efektivnost při použití více metod. Nicméně, na základě porovnání ekonomické efektivnosti alternativy A a B hlavní metodou, bylo zjištěno, že alternativa A (odprodej k přímému energetickému zhodnocení) je nejvhodnější pro nakládání s odpady z tohoto dřevozpracujícího podniku. Jedním z hlavních důvodů, proč byla alternativa A považována za nejlepší, byl možný prodej celého objemu pilin velkoodběrateli za prodejní cenu uvedenou v kapitole 5.2 a zbylý odpad v podobě štěpin, třísek a kůry by byl k dispozici pro místní zájemce takzvaně “za odvoz“, kde by hlavním benefitem byl bezstarostný úklid tohoto odpadu. Pokud by byla alternativa A implementována, byla by pro podnik finančně velmi zajímavá. Alternativa B však také nabízí spoustu zajímavých prostředků a nástrojů ke zhodnocení odpadu.

Rád bych se zaměřil na téma nakládání s odpady z biomasy v dřevozpracujícím průmyslu. Tyto odpady, jako jsou kůra, piliny a další vedlejší produkty, jsou v současné době velmi diskutovaným tématem. Je důležité zdůraznit, že odpady z pilařského průmyslu mají širokou škálu využití a jsou velmi lukrativní. Z tohoto důvodu je důležité věnovat pozornost správnému nakládání s odpady, aby byly co nejvíce zhodnoceny a minimalizovaly se tak negativní dopady na životní prostředí. Jedním z možných způsobů nakládání s těmito odpady je jejich energetické využití. Tento proces je znám jako přímé energetické zhodnocení odpadů. Při této metodě jsou odpady spalovány, čímž se uvolňuje teplo, které je následně využito k výrobě elektřiny a tepla. Tento proces je považován za ekologicky šetrný, protože při spalování dochází k minimalizaci emisí oxidu uhličitého. Další možností nakládání s odpady z biomasy je jejich materiálové využití. Tento proces je zaměřen na recyklaci odpadů a jejich využití v dalších procesech výroby. Například kůra se může použít k výrobě briket, které jsou následně použity jako palivo v domácnostech. Piliny mohou být také využity jako biopaliva nebo jako surovina pro výrobu papíru.

Výhodou nakládání s odpady z biomasy je, že tyto odpady mohou být využity k výrobě energie a surovin, což může snížit náklady na výrobu. Navíc se také snižuje množství odpadů, které musí být odstraňovány na skládkách. Nicméně je třeba mít na paměti, že každá metoda

nakládání s odpady z biomasy má své výhody a nevýhody. Při výběru nejvhodnější metody je třeba zohlednit náklady, ekologické důsledky a potenciální přínosy pro podnik.

V současné době se otázka nakládání s odpady řeší na celosvětové úrovni a stává se stále významnější. Proto je důležité pokračovat v dalším výzkumu a vylepšování metod nakládání s odpady, aby se minimalizovaly jejich negativní dopady na životní prostředí a zároveň byly co nejvíce zhodnoceny ekonomicky.

7. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo posoudit a vybrat nejvhodnější metodu pro efektivní investici do materiálového a přímého energetického zhodnocení odpadů. Z výzkumu jsme zjistili, že obě metody jsou ekonomicky efektivní. Porovnáním výsledků ekonomické efektivnosti alternativy A a B jsme dospěli k závěru, že alternativa A (odprodej k přímému energetickému zhodnocení) je nejvhodnější pro nakládání s odpady z námi zvoleného podniku. Vzhledem ke zmiňované situaci podniku je třeba přistoupit na prodej všech pilin velkoodběrateli za prodejní cenu uvedenou v kapitole 5.2, a naplnit tak alternativu výhodnou pro sledovaný podnik. Odpad z pilařského průmyslu má mnoho možností využití a předložená bakalářská práce prokazuje, že tato komodita je velmi lukrativní a aktuálně velmi diskutovaná.

8. Seznam literatury a použitých zdrojů

1. Archer, M.D., Barber, J., 2014. Molecular to Global Photosynthesis. Imperial College Press. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2016.03.063>
2. Berner, Robert A, 'Preface', The Phanerozoic Carbon Cycle: CO₂ and O₂ (New York, 2004; online edn, Oxford Academic, 12 Nov. 2020), <https://doi.org/10.1093/oso/9780195173338.002.0002>, accessed 18 Jan. 2023.
3. CELJAK, Ivo: Biomasa je nezbytná součást lidského života. Biom.cz [online]. 2008-12-22 [cit. 2022-09-12]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-je-nezbytna-soucast-lidskeho-zivota>>. ISSN: 1801-2655.
4. CELJAK, Ivo: Pěstování topolů pro energetické účely – 1.. Biom.cz [online]. 2010-08-23 [cit. 2022-09-14]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/pestovani-topolu-pro-energeticke-ucely-1>>. ISSN: 1801-2655
5. ČERNÝ, Zdeněk: Máme dostatek dřeva, dřevěných briket a pelet pro český venkov?. Biom.cz [online]. 2008-07-21 [cit. 2022-09-09]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/mame-dostatek-dreva-drevenych-briket-a-pelet-pro-cesky-venkov>>. ISSN: 1801-2655.
6. ČESKO. § 2 zákona č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon) - znění od 1. 2. 2022. In: <i>Zákony pro lidi.cz</i> [online]. © AION CS 2010-2023 [cit. 19. 1. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-289#p2>
7. ČESKO. § 6 nařízení vlády č. 339/2017 Sb., o bližších požadavcích na způsob organizace práce a pracovních postupů při práci v lese a na pracovištích obdobného charakteru - znění od 1. 1. 2018. In: <i>Zákony pro lidi.cz</i> [online]. © AION CS 2010-2023 [cit. 19. 1. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-339#p6>
8. Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice, 2008, Dostupné z: <http://www.lhmp.cz/wp-content/uploads/2014/01/doporucena-pravidla-pro-mereni-a-trideni-drivi-v-CR.pdf>
9. e-chembook.eu, b.r. Fotosyntéza [WWW Document]. URL <http://echembook.eu/fotosyntéza>
10. FOTR, Jiří a Ivan SOUČEK. Investiční rozhodování a řízení projektů: jak připravovat, financovat a hodnotit projekty, řídit jejich riziko a vytvářet portfolio projektů. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3293-0.

11. HABART, Jan: Provozní podpora tepla pro pevnou biomasu. Biom.cz [online]. 2022-05-16 [cit. 2022-09-09]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz-spalovani-biomasy/odborne-clanky/provozni-podpora-tepla-pro-pevnou-biomasu>>. ISSN: 1801-2655.
12. JEVIČ P., HUTLA P., ŠEDIVÁ P.: Udržitelná výroba a řízení jakosti tuhých paliv na bázi agrárních bioproduktů. Praha, 2008. 133 s.
13. KLOBUŠNÍK, Lubomír. Pelety: palivo budoucnosti. České Budějovice: Sdružení Harmonie, 2003. ISBN 80-239-1956-3.
14. KOLONIČNÝ, Jan: Emise při spalování biomasy. Biom.cz [online]. 2010-06-07 [cit. 2022-09-12]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/emise-pri-spalovani-biomasy-2>>. ISSN: 1801-2655.
15. LACH, Bronislav. Energetická a materiálová bilance zbytku biomasy při těžbě dřeva [online]. Ostrava, 2013 [cit. 2022-09-12]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10084/104518>. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava.
16. LIESKOVSKÝ, Martin a Miloš GEJDOŠ. Komplexné využitie biomasy v lesnom hospodárstve. Vo Zvolene: Technická univerzita, Lesnícka fakulta, 2016. ISBN 9788022828895.
17. Malečková, V., Sivek, M., Jirásek, J: Vybrané příklady z ekonomiky nerostných surovin. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR & Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2012. ISBN 978-80-248-2827-5
18. MCKENDRY, Peter. Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. Bioresource Technology [online]. 2002, 83(1), 37-46 [cit. 2022-09-16]. ISSN 09608524. Dostupné z: doi:10.1016/S0960-8524(01)00118-3
19. Ministerstvo životního prostředí České republiky - Vyhláška č.5/2007 Sb., kterou se mění vyhláška 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy [online]. Praha, 2006.
20. Ministerstvo zemědělství - Zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a změně některých zákonů [online]. Praha, 2012. Dostupné z: <http://www.tzbinfo.cz/pravni-predpisy/zakon-c-165-2012-sb-o-podporovanych-zdrojich-energie-a-ozmene-nekterych-zakonu>
21. Ministerstvo zemědělství, 2012. Akční plán pro biomasu v ČR na období 2012 - 2020.

22. NOSKIEVIČ P.: Biomasa a její energetické využití. Praha, 1996. 68 s
23. Pastorek a kol., 2004. Biomasa - obnovitelný zdroj energie. FCC PUBLIC, 2004, Praha
24. SANSANIWAL, S.K., M.A. ROSEN a S.K. TYAGI. Global challenges in the sustainable development of biomass gasification: An overview. Renewable and Sustainable Energy Reviews [online]. 2017, 80, 23-43 [cit. 2022-09-13]. ISSN 13640321. Dostupné z: doi:10.1016/j.rser.2017.05.215
25. SCHOLZ, Volkhard: Rychle rostoucí dřeviny - technologie sklizně. Biom.cz [online]. 2009-07-01 [cit. 2022-09-14]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny-technologie-sklizne>>. ISSN: 1801-2655.
26. SIMANOV, Vladimír. Výroba, zpracování a využití biomasy. Centrum rozvoje venkova, 2008, 13: 2008.
27. SLADKÝ, Václav: Dřevní peletky - standardní fytopalivo budoucnosti. Biom.cz [online]. 2001-12-11 [cit. 2022-09-09]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-peletky-standardni-fytopalivo-budoucnosti>>. ISSN: 1801-2655.
28. SOUČKOVÁ, Helena a Jan MOUDRÝ, ed. Využití fytohmasy pro energetické účely: sborník vědeckých publikací z mezinárodního semináře "Nepotravinářské využití fytohmasy" : [v Českých Budějovicích ... dne 1.9.2005]. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2005. ISBN 80-7040-833-2
29. STUPAVSKÝ, Vladimír: Kotel na dřevní štěpku. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2022-09-12]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/kotel-na-drevni-stepku>>. ISSN: 1801-2655.
30. STUPAVSKÝ, Vladimír: Krbová kamna - pokojová kamna na kusové dřevo a brikety. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2023-01-24]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/krbova-kamna-pokojova-kamna-na-kusove-drevo-a-brikety>>. ISSN: 1801-2655.
31. STUPAVSKÝ, Vladimír: Pelety z biomasy - dřevěné, rostlinné, kůrové pelety. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2023-01-23]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/pelety-z-biomasy-drevene-rostlinne-kurove-pelety>>. ISSN: 1801-2655

32. STUPAVSKÝ, Vladimír: Úsporná vychytávka – vytápění peletami. Biom.cz [online]. 2012-02-13 [cit. 2022-09-09]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/usporna-vychytavka-vytapeni-peletami>>. ISSN: 1801-2655.
33. STUPAVSKÝ, Vladimír, HOLÝ, Tomáš: Brikety z biomasy - dřevěné, rostlinné, směsné brikety. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2023-01-24]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/brikety-z-biomasy-drevene-rostlinne-smesne-brikety>>. ISSN: 1801-2655.
34. STUPAVSKÝ, Vladimír, HOLÝ, Tomáš: Dřevní štěrka - zelená, hnědá, bílá. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2022-09-12]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-stepka-zelena-hneda-bila>>. ISSN: 1801-2655.
35. STUPAVSKÝ, Vladimír, HOLÝ, Tomáš: Skladování pelet a dalších tvarových biopaliv v rodinných domech. Biom.cz [online]. 2010-08-02 [cit. 2022-09-09]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/skladovani-pelet-a-dalsich-tvarovych-biopaliv-v-rodinnych-domech>>. ISSN: 1801-2655.
36. SVOBODA, Luboš, et al. Stavební hmoty. Jaga group, 2005.
37. TEPLÁ, Milada. Tajemství fotosyntézy. Online. Dostupné z: <https://www.prirodovedci.cz/chemik/clanky/tajemstvi-fotosyntezy>. [cit. 2024-03-28].
38. VODRÁŽKA, Zdeněk. Biochemie. Praha: Academia, 1993. ISBN 80-200-0471-8.
39. ŽVAKOVÁ, Veronika. Rychlerostoucí dřeviny jako obnovitelné zdroje energie [online]. Brno, 2015 [cit. 2022-09-14]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/38841>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta chemická. Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí. Vedoucí práce Josef Kotlík