



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ**

**ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY**

**FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING**

# **KOGENERAČNÍ JEDNOTKY NA ROSTLINNÝ OLEJ**

**COGENERATION PLANTS ON VEGETABLE OIL**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**  
MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**Bc. PAVEL MACOSZEK**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. LUKÁŠ RADIL**

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

# Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor  
Elektroenergetika

**Student:** Bc. Pavel Macoszek  
**Ročník:** 2

**ID:** 115220  
**Akademický rok:** 2012/2013

## NÁZEV TÉMATU:

**Kogenerační jednotky na rostlinný olej**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Možnosti využití olejnatých druhů fytomasy v ČR, popřípadě produktů z nich vyrobených v energetice.
2. Studium legislativy, která umožňuje využití upotřebených rostlinných olejů pro energetické účely.
3. Návrh, popřípadě studium současně provozovaných kogeneračních jednotek, na bázi spalovacího motoru.
4. Výpočet ekonomických variant provozu.
5. Zhodnocení, ve kterém bude uveden celkový zákonný přehled a povinnosti provozovatele KJ.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

**Termín zadání:** 11.2.2013

**Termín odevzdání:** 24.5.2013

**Vedoucí práce:** Ing. Lukáš Radil

**Konzultanti diplomové práce:**

**doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.**

*Předseda oborové rady*

## UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Bibliografická citace práce:

MACOSZEK, P. *Kogenerační jednotky na rostlinný olej*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. 88 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Lukáš Radil.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. Díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Na tomto místě bych chtěl poděkovat svému vedoucímu Ing. Lukáši Radilovi za velmi účinnou, odbornou a pedagogickou pomoc při zpracování mé diplomové práce, a svým rodičům za podporu během celé doby mého studia.

.....



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií  
Ústav elektroenergetiky**

**Diplomová práce**

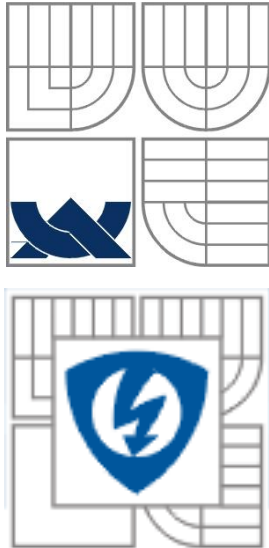
# **Kogenerační jednotky na rostlinný olej**

**Bc. Pavel Macoszek**

**Vedoucí: Ing. Lukáš Radil**

**Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2013**

**Brno**



**BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**

**Faculty of Electrical Engineering and Communication  
Department of Electrical Power Engineering**

**Master's Thesis**

# **Cogeneration plants on vegetable oil**

**by**

**Bc. Pavel Macoszek**

**Supervisor: Ing. Lukáš Radil**

**Brno University of Technology, 2013**

**Brno**

## ABSTRAKT

Text se věnuje problematice kogeneračních jednotek na rostlinný olej. V první kapitole jsou uvedeny základní informace ohledně výroby, dodávky a spotřeby elektrické energie v České republice a ohledně obnovitelných zdrojů energie. Následující kapitola je věnována možnostem využití olejnatých druhů fytomasy v České republice, popřípadě produktů z nich vyrobených v energetice. Následuje kapitola zabývající se legislativou umožňující využití upotřebených rostlinných olejů pro energetické účely. Je v ní uveden souhrn zákonů a vyhlášek a možností ohledně dotací na výrobu elektrické a tepelné energie. Tyto kapitoly slouží pro uvedení čtenáře do problematiky zřizování a provozování kogeneračních jednotek na rostlinný olej.

Následující kapitoly jsou již věnovány samotnému návrhu a studiu současně provozované kogenerační jednotky na rostlinný olej na bázi spalovacího motoru a výpočtu ekonomických variant provozu. Cíl práce spočívá ve zhodnocení, které na základě vstupních hodnot a výpočetních metod určí ekonomickou efektivitu projektu kogenerační jednotky na rostlinný olej v režimu pevné výkupní ceny a v režimu zeleného bonusu. Ve zhodnocení je popsán celkový zákonný přehled a povinnosti provozovatele kogenerační jednotky na rostlinný olej.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** biomasa, degumming, elektrická energie, fytomasa, legislativa, kogenerace, kogenerační jednotka, obnovitelné zdroje energie, tepelná energie, výkupní cena, zelený bonus

**ABSTRACT**

The thesis is focused on cogeneration units on vegetable oil. The first chapter contains basic information about the production, supply and consumption of electric energy in the Czech Republic and about renewable energy sources. The following chapter is devoted to possibilities of use oil kinds of phytomass in the Czech Republic, or products made from them. Next chapter is mentioned on legislation allowing the use of used cooking oils for energy purposes. It contains a summary of the laws and regulations and options regarding subsidies for electric and heat power. The main objective of these chapters is to explain the issue of the establishment and operation of cogeneration units on vegetable oil.

The following chapters are devoted to the design and study of simultaneously operated cogeneration unit on the vegetable oil with a combustion engine and the calculation of economic operation running. The reason of study is to evaluation, which on based of the input values and calculation methods determine the economic efficiency of the project cogeneration unit on vegetable oil under mode purchase price and mode green bonus. Appreciation is also given to the overall legal review and responsibilities of cogeneration units on vegetable oil.

**KEY WORDS:**

biomass, degumming, electrical energy, phytomass, legislation, cogeneration, cogeneration unit, renewable sources of energy, thermal energy, purchase price, green bonus

## OBSAH

<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>10</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>11</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>13</b>
<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 VÝROBA, DODÁVKA A SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2 OZE v ČR.....</b>	<b>16</b>
<b>2 MOŽNOSTI VYUŽITÍ BIOMASY V ENERGETICE .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 BIOMASA.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 ZPŮSOBY ENERGETICKÉHO VYUŽITÍ BIOMASY.....</b>	<b>19</b>
2.2.1 TERMOCHEMICKÉ PŘEMĚNY .....	20
2.2.2 BIOCHEMICKÉ PŘEMĚNY .....	20
2.2.3 OSTATNÍ PŘEMĚNY .....	20
<b>2.3 MOŽNOSTI VYUŽITÍ OLEJNATÝCH DRUHŮ FYTOMASY V ČR, POPŘÍPADĚ PRODUKTŮ Z NICH VYROBENÝCH V ENERGETICE .....</b>	<b>20</b>
2.3.1 TECHNOLOGIE ČIŠTĚNÍ POUŽITÉHO OLEJE .....	21
2.3.2 POTENCIÁL TRHU A ANALÝZA MNOŽSTVÍ PALIVA .....	24
<b>2.4 KOGENERACE.....</b>	<b>26</b>
2.4.1 TEPLÁRENSKÝ MODUL A TEPLÁRENSKÝ SOUČINITEL.....	27
2.4.2 ROZDĚLENÍ KOGENERAČNÍCH TECHNOLOGIÍ.....	28
2.4.3 KOGENERAČNÍ JEDNOTKY NA ROSTLINNÝ OLEJ SE SPALOVACÍM MOTOREM .....	29
<b>3 LEGISLATIVA UMOŽŇUJÍCÍ VYUŽITÍ POUŽITÝCH ROSTLINNÝCH OLEJŮ V ENERGETICE .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 PŘEDREALIZAČNÍ PŘÍPRAVA VÝSTAVBY A PROVOZU KJ NA ROSTLINNÝ OLEJ.....</b>	<b>35</b>
3.1.1 PODNIKATELSKÝ ZÁMĚR A STUDIE PROVEDITELNOSTI .....	35
3.1.2 POSTUP PRO ÚSPĚŠNÉ SPUŠTĚNÍ PROVOZU KJ .....	35
3.1.3 MÍSTO INSTALACE KOGENERAČNÍCH JEDNOTEK NA ROSTLINNÝ OLEJ.....	37
<b>3.2 STAVBA A INSTALACE .....</b>	<b>38</b>
3.2.1 PROJEKT.....	38
3.2.2 STAVEBNÍ PRÁCE .....	38
3.2.3 PROVOZ A ÚDRŽBA .....	39
<b>3.3 SOUHRN ZÁKONŮ A VYHLÁŠEK .....</b>	<b>39</b>
<b>3.4 DOTACE NA VÝROBU ELEKTRICKÉ A TEPELNÉ ENERGIE .....</b>	<b>42</b>
<b>3.5 VÝKAZNICTVÍ.....</b>	<b>44</b>
<b>4 ENERGETICKÁ BILANCE A NÁVRH UMÍSTĚNÍ KOGENERAČNÍ JEDNOTKY NA ROSTLINNÝ OLEJ.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1 ENERGETICKÁ BILANCE KOGENERAČNÍCH JEDNOTEK NA ROSTLINNÝ OLEJ.....</b>	<b>45</b>
<b>4.2 ÚSPORY OBJEKTŮ S INSTALOVANÝMI KOGENERAČNÍMI JEDNOTKAMI NA ROSTLINNÝ OLEJ....</b>	<b>46</b>
<b>4.3 NÁVRH UMÍSTĚNÍ KOGENERAČNÍ JEDNOTKY NA ROSTLINNÝ OLEJ .....</b>	<b>47</b>
<b>4.4 OBECNÉ PRAVIDLA DIMENZOVÁNÍ PRO UMÍSTĚOVÁNÍ KOGENERAČNÍCH JEDNOTEK .....</b>	<b>47</b>



<b>4.5 DIMENZOVÁNÍ A VÝPOČET VYUŽITÍ KOGENERAČNÍ JEDNOTKY NA ROSTLINNÝ OLEJ V AREÁLU VYSOKOŠKOLSKÉHO KOMPLEXU .....</b>	<b>48</b>
<b>5 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ PROVOZU KOGENERAČNÍ JEDNOTKY NA ROSTLINNÝ OLEJ .....</b>	<b>56</b>
<b>5.1 HODNOCENÍ EFEKTIVNOSTI INVESTIC A ZISKOVOSTI .....</b>	<b>56</b>
5.1.1 METODA PRŮMĚRNÝCH ROČNÍCH NÁKLADŮ (ANNUAL COST) .....	56
5.1.2 METODA DISKONTOVANÝCH NÁKLADŮ (DISCOUNTED COST) .....	57
5.1.3 METODA ČISTÉ SOUČASNÉ HODNOTY (NET PRESENT VALUE).....	57
5.1.4 METODA INDEXU ZISKOVOSTI (PROFITABILITY INDEX) .....	58
5.1.5 METODA VNITŘNÍHO VÝNOSOVÉHO PROCENTA (INTERNAL RATE OF RETURN) .....	58
5.1.6 METODA PRŮMĚRNÉ VÝNOSNOSTI (AVERAGE RATE OF RETURN).....	58
5.1.7 METODA DOBY NÁVRATNOSTI (PAYBACK PERIOD) .....	58
5.1.8 METODA REÁLNÉ DOBY NÁVRATNOSTI (REAL PAYBACK PERIOD) .....	58
<b>5.2 DISKONTNÍ SAZBA .....</b>	<b>59</b>
<b>5.3 NÁKLADY .....</b>	<b>59</b>
5.3.1 INVESTIČNÍ NÁKLADY KJ SEV-DE 170P V AREÁLU FSI VUT V BRNĚ .....	60
5.3.2 ROČNÍ PROVOZNÍ NÁKLADY KJ SEV-DE 170P V AREÁLU FSI VUT V BRNĚ .....	61
5.3.3 FINANCOVÁNÍ A PRŮBĚH SPLÁCENÍ ÚVĚRU PROJEKTU KJ SEV-DE 170P V AREÁLU FSI VUT V BRNĚ.....	62
<b>5.4 ODPISY .....</b>	<b>63</b>
5.4.1 ODPISY KJ SEV-DE 170P V AREÁLU FSI VUT V BRNĚ .....	65
<b>5.5 VÝNOSY KJ SEV-DE 170P .....</b>	<b>65</b>
5.5.1 PŘÍJMY KJ SEV-DE 170P V REŽIMU PEVNÉ VÝKUPNÍ CENY V AREÁLU FSI VUT V BRNĚ....	66
5.5.2 PŘÍJMY KJ SEV-DE 170P V REŽIMU ZELENÉHO BONUSU V AREÁLU FSI VUT V BRNĚ.....	66
<b>5.6 VYHODNOCENÍ PROJEKTU KJ SEV-DE 170P V AREÁLU FSI VUT V BRNĚ .....</b>	<b>67</b>
5.6.1 VYHODNOCENÍ PROJEKTU KJ SEV-DE 170P V REŽIMU PEVNÉ VÝKUPNÍ CENY .....	68
5.6.2 VYHODNOCENÍ PROJEKTU KJ SEV-DE 170P V REŽIMU ZELENÉHO BONUSU .....	69
<b>5.7 GRAFICKÉ VYHODNOCENÍ EFEKTIVNOSTI INVESTIC A ZISKOVOSTI PROJEKTU KJ SEV-DE 170P V AREÁLU FSI VUT V BRNĚ.....</b>	<b>72</b>
5.7.1 DOBA NÁVRATNOSTI PB PRO 4 VARIANTY VÝPOČTU.....	72
5.7.2 REÁLNÁ DOBA NÁVRATNOSTI RDN PRO 4 VARIANTY VÝPOČTU .....	73
5.7.3 VNITŘNÍ VÝNOSOVÉ PROCENTO IRR PRO 4 VARIANTY VÝPOČTU .....	73
5.7.4 ČISTÁ SOUČASNÁ HODNOTA NPV PRO 4 VARIANTY VÝPOČTU .....	74
5.7.5 HODNOCENÍ POMOCÍ INDEXU ZISKOVOSTI PI PRO 4 VARIANTY VÝPOČTU .....	74
<b>6 ZÁVĚR.....</b>	<b>75</b>
<b>6.1 OBECNÉ POVINNOSTI A DOPORUČENÍ PRO KOGENERAČNÍ JEDNOTKY NA ROSTLINNÝ OLEJ .....</b>	<b>75</b>
<b>6.2 SOUHRN POZNATKŮ A VYHODNOCENÍ EKONOMICKÉ EFEKTIVNOSTI KOGENERAČNÍ JEDNOTKY NA ROSTLINNÝ OLEJ .....</b>	<b>76</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>78</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>81</b>
<b>PŘÍLOHA A .....</b>	<b>81</b>
<b>PŘÍLOHA B.....</b>	<b>85</b>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1.1 Vývoj výroby elektřiny z OZE v ČR dle [2] .....</i>	<i>17</i>
<i>Obrázek 2.1 Separátor OSD 6-01 společnosti GEA Westfalia Separator Group dle [9] .....</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 2.2 Nadměrně zakarbonované vstřikovače .....</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 2.3 Podpálené ventily hlavy motoru .....</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 2.4 Technologické schéma degummingu dle [10] .....</i>	<i>24</i>
<i>Obrázek 2.5 Graf vývoje trhu s rostlinným olejem dle [13].....</i>	<i>25</i>
<i>Obrázek 2.6 Výrobní řetězec transformace PEZ při oddělené výrobě a kombinované výrobě elektřiny a tepla dle [15] .....</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 2.7 Stirlingův motor dle [16] .....</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 2.8 Mikroturbína Capstone C200 dle [17] .....</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 2.9 Toky energií u kogenerační jednotky se spalovacím motorem v základním zapojení dle [15] .....</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 2.10 Kogenerační jednotka na rostlinný olej společnosti Seva Energie AG .....</i>	<i>32</i>
<i>Obrázek 3.1 Licence pro výrobu elektřiny .....</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 3.2 Kogenerační jednotka na rostlinný olej v provedení s odhlučňenou strojovnou.....</i>	<i>37</i>
<i>Obrázek 3.3 Průběh montážních prací a instalace kogenerační jednotky na rostlinný olej.....</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 4.1 Umístění kogenerační jednotky na rostlinný olej SEV-DE 170P dle [30] .....</i>	<i>47</i>
<i>Obrázek 4.2 Zjednodušené principiální schéma kogenerační jednotky SEV-DE 170P se spalovacím motorem .....</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 4.3 Spotřeby elektrické energie v letech 2008, 2009 a 2010 Fakulty strojního inženýrství a teoretické množství dodané elektrické energie kogenerační jednotkou SEV-DE 170P .....</i>	<i>51</i>
<i>Obrázek 4.4 Spotřeby tepla v letech 2008, 2009 a 2010 Fakulty strojního inženýrství a teoretické množství dodaného tepla kogenerační jednotkou SEV-DE 170P.....</i>	<i>51</i>
<i>Obrázek 4.5 1/4 hodinová minima v jednotlivých měsících v letech 2009, 2010 a 2011.....</i>	<i>53</i>
<i>Obrázek 4.6 Zjednodušené principiální schéma zapojení KJ SEV-DE 170P do lokální distribuční sítě FSI VUT v Brně.....</i>	<i>54</i>
<i>Obrázek 5.1 Hodnocení pomocí doby návratnosti PB .....</i>	<i>72</i>
<i>Obrázek 5.2 Hodnocení pomocí reálné doby návratnosti RDN.....</i>	<i>73</i>
<i>Obrázek 5.3 Hodnocení pomocí vnitřního výnosového procenta IRR .....</i>	<i>73</i>
<i>Obrázek 5.4 Hodnocení pomocí čisté současné hodnoty NPV.....</i>	<i>74</i>
<i>Obrázek 5.5 Hodnocení pomocí indexu ziskovosti PI .....</i>	<i>74</i>

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka 1.1 Výroba elektřiny z OZE a její podíl na celkové spotřebě elektřiny v ČR dle [2]</i> .....	16
<i>Tabulka 1.2 Celková energie z obnovitelných zdrojů v roce 2010 dle [5]</i> .....	18
<i>Tabulka 2.1 Přehled technologie zpracování biomasy dle [7]</i> .....	19
<i>Tabulka 2.2 Technické parametry GEA Westfalia Separator OSD 6-01-0.7 dle [9]</i> .....	21
<i>Tabulka 2.3 Analýza vývoje trhu s rostlinným oleje</i> .....	25
<i>Tabulka 2.4 Výkonové řady kogeneračních jednotek na rostlinný olej společnosti Seva Energie AG dle [19]</i> .....	33
<i>Tabulka 2.5 Výkonové řady kogeneračních jednotek na rostlinný olej společnosti Schnell Motoren AG dle [20]</i> .....	34
<i>Tabulka 3.1 Rozdělení zdrojů produkující znečišťující látky do skupin REZZO dle [22]</i> .....	40
<i>Tabulka 3.2 Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě a zelené bonusy pro rok 2011, 2012 a 2013 dle [24], [25] a [26]</i> .....	42
<i>Tabulka 3.3 Tabulka výše příspěvků za KVET dle [24], [25] a [26]</i> .....	43
<i>Tabulka 3.4 Bonus za decentralní výrobu elektřiny ve výrobně elektřiny připojené k určité napěťové hladině distribuční soustavy dle [27]</i> .....	43
<i>Tabulka 4.1 Měsíční a roční množství vyrobené elektrické energie a tepla kogenerační jednotkou na rostlinný olej SEV-DE 170P</i> .....	49
<i>Tabulka 4.2 Spotřeby elektrické energie a tepla Fakulty strojního inženýrství Vysokého učení technické v Brně za rok 2008, 2009 a 2010 dle [32]</i> .....	50
<i>Tabulka 4.3 Přehled měsíčních spotřeb elektrické energie a tepla areálu FSI VUT v Brně, včetně situace se zahrnutím dodávek KJ SEV-DE 170P</i> .....	52
<i>Tabulka 4.4 Přehled spotřeby elektrické energie areálu FSI VUT v Brně, včetně jednotlivých uvedených 1/4 hodinových maxim a minim odběrů dle [32]</i> .....	53
<i>Tabulka 4.5 Seznam komponent kogenerační jednotky SEV-DE 170P zahrnutých pro vlastní spotřebu zařízení dle [19]</i> .....	54
<i>Tabulka 4.6 Minimální dodané množství měsíční a roční výroby elektrické a tepelné energie KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně</i> .....	55
<i>Tabulka 5.1 Investiční náklady KJ SEV-DE 170P</i> .....	61
<i>Tabulka 5.2 Roční provozní náklady KJ SEV-DE 170P</i> .....	61
<i>Tabulka 5.3 Financování projektu KJ SEV-DE 170P</i> .....	62
<i>Tabulka 5.4 Průběh splácení úvěru KJ SEV-DE 170P</i> .....	63
<i>Tabulka 5.5 Doba účetního odpisování pro definované odpisové skupiny dle [35]</i> .....	64
<i>Tabulka 5.6 Roční odpisové sazby pro rovnoměrné odpisování hmotného majetku dle [35]</i> .....	64
<i>Tabulka 5.7 Koeficienty pro zrychlené odpisování dle [35]</i> .....	64

---

<i>Tabulka 5.8 Daňové odpisy projektu KJ SEV-DE 170P .....</i>	<i>65</i>
<i>Tabulka 5.9 Průběh výše odpisů za jednotlivé roky projektu KJ SEV-DE 170P .....</i>	<i>65</i>
<i>Tabulka 5.10 Příjmy za vyrobenou elektrickou energii a teplo v režimu pevné výkupní ceny během prvních 3 let.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabulka 5.11 Příjmy za vyrobenou elektrickou energii a teplo v režimu zeleného bonusu během prvních 3 let.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabulka 5.12 Výpočet s uvážením inflace v režimu pevné výkupní ceny.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabulka 5.13 Celkové ekonomické vyhodnocení projektu s uvážením inflace v režimu pevné výkupní ceny .....</i>	<i>69</i>
<i>Tabulka 5.14 Výpočet bez uvážení inflace v režimu pevné výkupní ceny.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabulka 5.15 Celkové ekonomické vyhodnocení projektu bez uvážení inflace v režimu pevné výkupní ceny .....</i>	<i>69</i>
<i>Tabulka 5.16 Výpočet s uvážením inflace v režimu zeleného bonusu .....</i>	<i>70</i>
<i>Tabulka 5.17 Celkové ekonomické vyhodnocení projektu s uvážením inflace v režimu zeleného bonusu .....</i>	<i>70</i>
<i>Tabulka 5.18 Výpočet bez uvážení inflace v režimu zeleného bonusu .....</i>	<i>70</i>
<i>Tabulka 5.19 Celkové ekonomické vyhodnocení projektu bez uvážení inflace v režimu zeleného bonusu .....</i>	<i>71</i>
<i>Tabulka 5.20 Celkové ekonomické vyhodnocení projektu pro všechny 4 uvažované situace .....</i>	<i>71</i>

## SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

$AC$	průměrné roční náklady	$Kč \cdot r^{-1}$
$ARR$	průměrná výnosnost	$r^{-1}$
$C_{ele,j}$	cena za vyrobenou elektrickou energii v j-tém roce	$Kč \cdot MWh^{-1}$
$C_{tep,j}$	cena za vyrobenou tepelnou energii v j-tém roce	$Kč \cdot GJ^{-1}$
$DC$	průměrné diskontované náklady	$Kč$
$D_{WACC}$	tržní hodnota úročených cizích zdrojů	$Kč$
$E$	elektrická energie	$Wh$
$E_{WACC}$	tržní hodnota vlastního jmění	$Kč$
$IRR$	vnitřní výnosové procento	$\%$
$K_i$	pořizovací náklady	$Kč$
$N$	roční výrobní náklady	$Kč \cdot r^{-1}$
$NPV$	čistá současná hodnota	$Kč$
$N_i$	konstantní část ročních nákladů	$Kč \cdot r^{-1}$
$N_{nep,j}$	nepravidelné roční náklady v j-tém roce	$Kč \cdot r^{-1}$
$N_{odp}$	roční odpisy	$Kč \cdot r^{-1}$
$N_p$	roční provozní náklady	$Kč \cdot r^{-1}$
$N_p^A$	součet diskontovaných ročních provozních nákladů	$Kč$
$N_{pra,j}$	pravidelné roční náklady v j-tém roce	$Kč \cdot r^{-1}$
$N_{pr}$	proměnné náklady	$Kč \cdot r^{-1}$
$N_{údr}$	náklady na údržbu	$Kč \cdot r^{-1}$
$N_{úr}$	náklady na úroky	$Kč \cdot r^{-1}$
$PB$	doba návratnosti	$r$
$PI$	index ziskovosti	$1$
$P_j$	peněžní příjem z investice v j-tém roce	$Kč \cdot r^{-1}$
$Q$	teplo	$J$
$Q_{el}$	množství energie v palivu při oddělené výrobě elektrické energie	$J$
$Q_{kj}$	množství energie v palivu při kombinované výrobě	$J$
$Q_{max}$	maximální spotřeba tepla	$J$
$Q_{sc}$	teplo chlazení oleje a válců	$J$
$Q_{sv}$	teplo výfukových spalin	$J$
$Q_u$	úspora tepla z paliva při kombinované výrobě	$J$

$Q_{výt}$	množství energie v palivu při oddělené výrobě tepla	J
$RDN$	reálná doba návratnosti	r
$R$	roční splátka úvěru	Kč · r <sup>-1</sup>
$R_{jis,j}$	roční splátka jistiny v j-tém roce	Kč · r <sup>-1</sup>
$R_n$	zásobitel	1
$S_{kon}$	zbývající část dlužné částky na konci roku	Kč
$S_{zač}$	zbývající část dlužné částky na začátku roku	Kč
$T_{ele,j}$	tržba za elektrickou energii v j-tém roce	Kč · r <sup>-1</sup>
$T_{tep,j}$	tržba za teplo v j-tém roce	Kč · r <sup>-1</sup>
$T_{WACC}$	celková bilanční suma	Kč
$WACC$	vážený průměr nákladů na kapitál	%
$Z_{čis,j}$	čistý zisk v j-tém roce	Kč · r <sup>-1</sup>
$Z_{hru,j}$	hrubý zisk v j-tém roce	Kč · r <sup>-1</sup>
$e$	teplárenský modul	1
$i$	roční úroková míra	% · r <sup>-1</sup>
$n$	doba trvání	r
$ppm$	díly či částice na jeden milion	mg · kg <sup>-1</sup>
$P_{odp}$	odpisové procento	% · r <sup>-1</sup>
$P_{údr}$	procento údržby	% · r <sup>-1</sup>
$P_{úr}$	procento úroku	% · r <sup>-1</sup>
$r_d$	úroková sazba za poskytnutý cizí kapitál	%
$r_e$	náklady na vlastní kapitál	%
$t_d$	sazba daně z příjmu	%
$q$	úročitel	1
$\alpha$	teplárenský součinitel	1
$\eta^{KVET}$	účinnost při kombinované výrobě elektrické energie a tepla	1
$\eta^{ODV}$	účinnost při oddělené výrobě elektrické energie a tepla	1
$\eta_e$	elektrická účinnost	1
$\eta_{el}$	účinnost při oddělené výrobě elektrické energie	1
$\eta_t$	tepelná účinnost	1
$\eta_{tc}$	celková tepelná účinnost	1
$\eta_{výt}$	účinnost při oddělené výrobě tepla	1
$\eta_{kj}$	účinnost při kombinované výrobě elektrické energie a tepla	1

**ZKRATKY**

BRKO	biologicky rozložitelný odpad
CS OTE	centrální systém operátora trhu s elektřinou
ČOV	čistička odpadních vod
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
ERÚ	Energetický regulační úřad
EU	Evropská unie
KJ	kogenerační jednotka
KVET	kombinovaná výroba elektřiny a tepla
MEŘO	metylester řepkového oleje
MPO	ministerstvo průmyslu a obchodu
NN	nízké napětí
OTE	operátor trhu s elektřinou
OZE	obnovitelný zdroj energie
PEZ	primární energetické zdroje
REZZO	registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší
RÚT	registrovaný účastník trhu
TUV	teplá užitková voda
TZL	tuhé znečišťující látky
ÚT	ústřední topení
VN	vysoké napětí
VVN	velmi vysoké napětí

# 1 ÚVOD

## 1.1 Výroba, dodávka a spotřeba elektrické energie

Život a existence člověka na Zemi značně závisí na energii. V přírodě se nachází zdroje energie, které lze využívat pro výrobu energie elektrické. Elektrickou energii lze pokládat za nejdůležitější formu energie a to především kvůli snadnému přenosu a možnostem přeměny na jiné formy energie. Elektrická energie se na Zemi vyrábí v různých typech elektráren (uhelné, jaderné, vodní, větrné, geotermální, sluneční, atd.). [1]

V poslední době ve společnosti stoupá význam a množství výroben elektrické energie, které čerpají z obnovitelných zdrojů energie. Na území České republiky působí několik samostatných subjektů, které zajišťují výrobu, přenos a distribuci elektrické energie koncovým spotřebitelům.

## 1.2 OZE v ČR

Obnovitelné zdroje energie lze považovat za neomezené zdroje elektrické energie, z nichž se dá čerpat další tisíce až miliony let. Mezi obnovitelné zdroje energie patří sluneční záření, větrná energie, vodní energie, energie přílivu, geotermální energie, biomasa a další.

Z tabulky 1.1 a obrázku 1.1 si lze všimnout, které OZE jsou v ČR využívány více či méně. Obrázek 2 následně zachycuje trend podílu OZE na hrubé domácí spotřebě elektřiny. V roce 2011 narostl na 10,3 %. [2]

Tabulka 1.1 Výroba elektřiny z OZE a její podíl na celkové spotřebě elektřiny v ČR dle [2]

	2007	2008	2009	2010	2011
Malé vodní elektrárny do 10 MW [MWh]	1 001 845	966 884	1 082 683	1 238 819	1 017 878
Vodní elektrárny nad 10 MW [MWh]	1 077 493	1 057 451	1 346 937	1 550 655	945 276
Větrné elektrárny [MWh]	125 098	244 661	288 067	335 493	397 003
Fotovoltaika [MWh]	1 754	12 937	88 807	615 702	2 182 018
Bioplyn + skládkový plyn [MWh]	182 699	213 632	414 235	598 755	932 576
Biomasa [MWh]	993 360	1 231 210	1 436 848	1 511 911	1 682 563
BRKO [MWh]	11 260	11 684	10 937	35 580	90 190
<b>Celkem OZE [MWh]</b>	<b>3 393 509</b>	<b>3 738 459</b>	<b>4 668 514</b>	<b>5 886 915</b>	<b>7 247 504</b>
Spotřeba elektřiny brutto [MWh]	72 045 200	72 049 267	68 600 000	70 961 700	70 516 541
Podíl OZE na spotřebě [%]	4,71%	5,19%	6,81%	8,30%	10,28%
Podíl biomasy na spotřebě [%]	1,65%	2,02%	2,71%	3,02%	3,84%

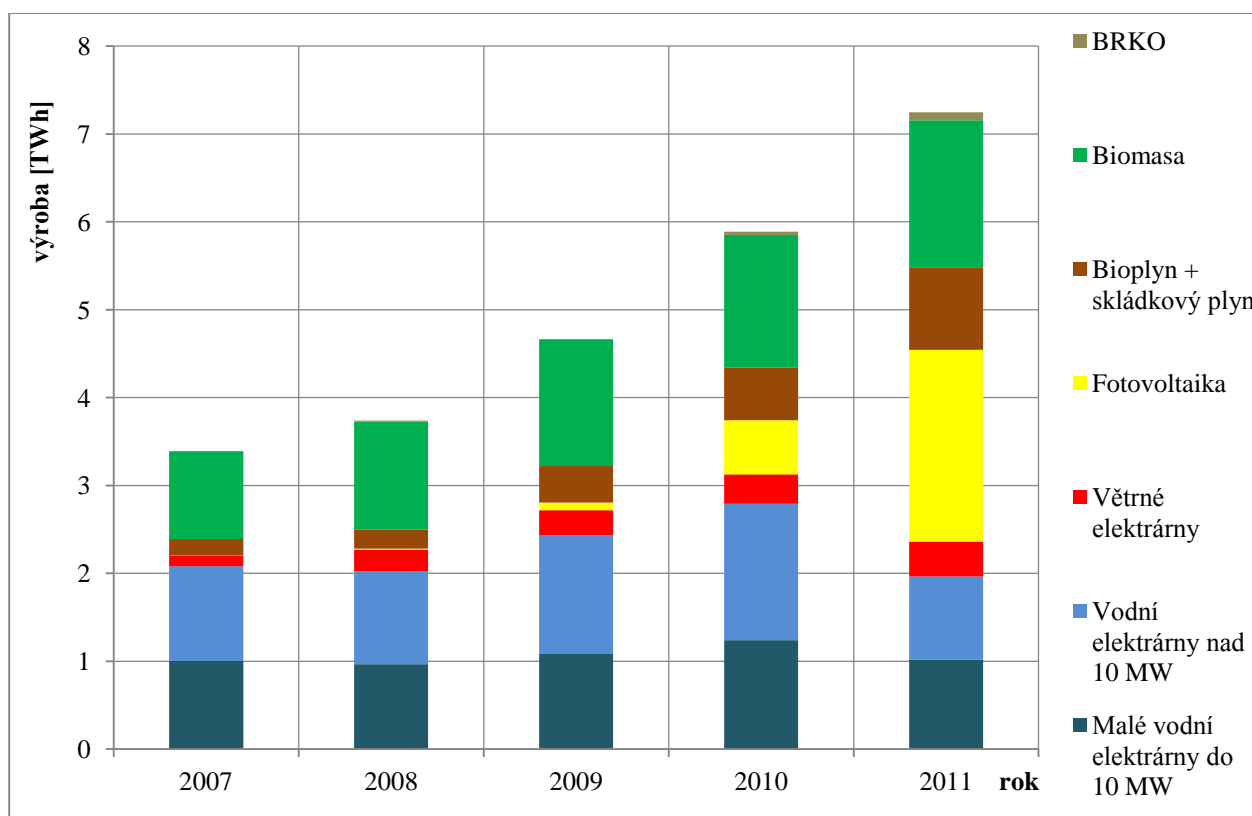
Česka republika se jako člen Evropské unie zavázala ke zvyšování výroby elektrické energie z OZE. Po několika jednání zákonodárců ČR došlo k přijetí zákona č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. Zákonem jsou dány stabilní podmínky



pro podnikatelské rozhodování tím, že je definován systém podpory formou pevných výkupních cen, případně příplatků k tržním cenám elektřiny.

Evropská komise počítá s tím, že obnovitelné zdroje energie budou v budoucnu hrát stále důležitější roli v celkové skladbě energie EU. Je přitom stanoven rámec pouze do roku 2020, podle kterého by měl být podíl výroby energií z obnovitelných zdrojů 20 %. V nejbližších letech se má navíc začít uvažovat a vytvářet energetický plán až do roku 2050. [3]

Současně se musí brát v úvahu i Národní akční plán České republiky pro energii z obnovitelných zdrojů. Lze z něj vyvodit, že je jeden z nejméně ambiciózních plánů v rámci celé Evropské unie. V roce 2009 byla vydána nová směrnice EU 2009/28/EC o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a podle této nové a platné směrnice jsou pro ČR závazné pouze celkové cíle k roku 2020, tzn. závazný cíl podílu energie z OZE na hrubé konečné spotřebě energie v ČR ve výši 13 % v roce 2020. V ČR byl Národní akční plán pro energii z OZE schválen Usnesením vlády ČR č. 603 dne 25. srpna 2010. V rámci tohoto dokumentu ČR stanovuje hodnotu energie z OZE na hrubé konečné spotřebě v roce 2020 na 13,5 %. [4]



Obrázek 1.1 Vývoj výroby elektřiny z OZE v ČR dle [2]

V roce 2010 podíl obnovitelné energie na primárních energetických zdrojích (PEZ) činil 6,4 %. Za referenční hodnotu k určení tohoto podílu byl uvažován odhad PEZ připravený Ministerstvem průmyslu a obchodu (MPO) ve výši 1 856 PJ (vztahuje se k energii obsažené v použitém palivu a nezohledňuje účinnosti zařízení).

Tabulka 1.2 Celková energie z obnovitelných zdrojů v roce 2010 dle [5]

	Energie v palivu užitém na výrobu tepla [GJ]	Energie v palivu užitém na výrobu elektřiny [GJ]	Primární energie [GJ]	Energie z OZE celkem [GJ]	Podíl na PEZ [%]	Podíl na energii z OZE [%]
<b>Biomasa (mimo domácnosti)</b>	20 965 454	13 356 930	0	34 322 383	1,8%	28,8%
<b>Biomasa (domácnosti)</b>	48 486 113	0	0	48 486 113	2,6%	40,7%
<b>Vodní elektrárny</b>	0	0	10 042 106	10 042 106	0,5%	8,4%
<b>Bioplyn</b>	2 821 319	4 571 208	0	7 392 527	0,4%	6,2%
<b>Biologicky rozl. část TKO</b>	546 424	2 079 281	0	2 625 705	0,1%	2,2%
<b>Biologicky rozl. část PRO a ATP</b>	975 082	0	0	975 082	0,1%	0,8%
<b>Kapalná biopaliva</b>	0	0	9 807 248	9 807 248	0,5%	8,2%
<b>Tepelná čerpadla</b>	1 775 703	0	0	1 775 703	0,1%	1,5%
<b>Solární termální systémy</b>	366 468	0	0	366 468	0,0%	0,3%
<b>Větrné elektrárny</b>	0	0	1 207 775	1 207 775	0,1%	1,0%
<b>Fotovoltaické elektrárny</b>	0	0	2 216 527	2 216 527	0,1%	1,9%
<b>Celkem</b>	75 936 563	20 007 419	23 273 656	119 217 637	6,4%	100,0%

Z tabulky 1.2 lze vyčíst, jaké množství energie v palivu stačí na výrobu tepla a na výrobu elektřiny. Vyplývá z ní, že nezanedbatelný je i podíl výroby tepla z OZE a to především z biomasy. Mezi nejvhodnější OZE lze zařadit i zdroje, jež využívají kogeneraci. Jedná se o kombinovanou výrobu elektrické a tepelné energie.

## 2 MOŽNOSTI VYUŽITÍ BIOMASY V ENERGETICE

### 2.1 Biomasa

Biomasa se rozumí biologická rozložitelná část výrobků, odpadů a zbytků ze zemědělství (rostlinné i živočišné látky), lesnictví a dalších souvisejících průmyslových odvětví (potravinářství). Rovněž se mezi biomasu řadí biologicky rozložitelná část průmyslového a komunálního odpadu. [6]

Používání biomasy v energetice pro výrobu energií (elektrické, tepelné, a dalších, například výroba chladu) se řadí do kategorie OZE. Využití biomasy v energetice je dáno především fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Jeden z nejpodstatnějších parametrů biomasy je vlhkost (respektive obsah sušiny v biomase). Dle obsahu vody lze biomasu dělit na [6]:

- suchá biomasa - lze ji spalovat buď přímo, nebo případně po mírném vysušení (patří zde dřevo a dřevní odpady, sláma, atd.),
- mokrá biomasa - nelze ji spalovat přímo, využití zejména v bioplynových technologiích (patří zde tekuté odpady, kejda, atd.),
- speciální biomasa - využití ve speciálních technologiích k získání energetických látek (patří zde olejiny, škrobové a cukernaté plodiny, atd.).

### 2.2 Způsoby energetického využití biomasy

Principiálně lze energii z biomasy získávat několika způsoby. Biomasu určenou pro energetické účely je možné rozdělit do těchto skupin:

- fytomasa s vysokým obsahem lignocelulózy,
- fytomasa olejnatých plodin,
- fytomasa s vysokým podílem škrobu a cukru,
- organické odpady a vedlejší produkty živočišného původu,
- směsi různých organických odpadů.

Tabulka 2.1 Přehled technologie zpracování biomasy dle [7]

Typ přeměny	Technologie	Výstupní produkt	Využití
Termochemické přeměny	spalování	teplo	výroba el. energie a tepla
	zplyňování	syntézní plyn	výroba el. energie a tepla
	pyrolýza	olej, plyn, dehet	palivo vozidel, chem. průmysl, výroba el. energie a tepla
Biochemické přeměny	anaerobní fermentace	bioplyn	výroba el. energie a tepla
	alkoholová fermentace	etanol	palivo vozidel
Ostatní přeměny (fyzikálně - chemické procesy)	mechanické úpravy	štěpka, pelety, brikety	výroba el. energie a tepla
	chemické úpravy	bionafta	palivo vozidel
	kompostování	hnojivo	hnojivo

### 2.2.1 Termochemické přeměny

Termochemické přeměny patří mezi tzv. suché procesy. Jsou nejběžnějším způsobem energetického využití biomasy (lehká manipulace, vysoká spolehlivost) a lze je rozdělit:

- **přímé spalování** - klasické spalování biomasy, probíhá za přítomnosti vzduchu, používá se pro výrobu tepla a elektrické energie,
- **zplyňování** - dochází k němu ve speciálních reaktorech při teplotách okolo 600 °C, pevné látky se přeměňují na spaliny a na konečný produkt syntézní plyn, výhřevnost tohoto plynu bývá v rozmezí 4 až 6 MJ · m<sup>-3</sup>,
- **pyrolýza** - stejně jako při spalování a zplyňování se využívá termického rozkladu biomasy, probíhá bez přítomnosti oxidačních látek za vysokých teplot až do 900 °C, pyrolýzou lze přeměňovat biomasu na plynné, kapalné a pevné produkty, které lze již přímo využít pro získání energie nebo je můžeme dále zpracovávat.

### 2.2.2 Biochemické přeměny

Biochemické přeměny patří mezi tzv. mokré procesy. Lze je rozdělit:

- **anaerobní fermentace** - dochází k rozkládání biologické organické hmoty bez přístupu vzduchu několika po sobě navazujícími procesy (hydrolýza, acidogeneze, acetogeneze, methanogeneze), za konečný produkt lze považovat bioplyn, výhřevnost tohoto plynu je určena obsahem metanu,
- **alkoholová fermentace** - dochází k alkoholovému kvašení, používají se rostliny obsahující cukry a škroby, posléze je destilací oddělen konečný produkt, nejčastěji ethanol, mezi další produkty alkoholové fermentace, které lze použít jako palivo pro spalovací motory, patří například glycerol, oxid uhličitý, acetaldehyd, přiboudlina, metanol a další.

### 2.2.3 Ostatní přeměny

Ostatní přeměny zpracování biomasy, též možno uvažovat jako fyzikálně - chemické procesy, lze rozdělit na základní skupiny dle úpravy:

- **mechanická úprava** - zde patří úpravy jako například peletizace, briketování, štípaní, drcení, lisování, mletí a další,
- **chemická úprava** - esterifikace surových bioolejů, výroba bionafty a přírodních maziv,
- **získání odpadního tepla** - odpadní teplo získané při zpracování biomasy, například kompostování, aerobní čištění odpadních vod, anaerobní fermentace pevných organických odpadů.

## 2.3 Možnosti využití olejnatých druhů fytomasy v ČR, popřípadě produktů z nich vyrobených v energetice

Fytomasa se dá charakterizovat jako objem rostlinné hmoty a to především tedy organických látek, které vznikly při působení fotosyntézy. Je dílčí součástí biomasy. Množství fytomasy se stanovuje v suchém stavu bez vody. Je využívána v souvislosti s nekonvenční zemědělskou

činností a následnými energetickými procesy (např. zplyňování, spalování) za účelem produkce elektrické energie nebo alternativních pohonných hmot a paliv. [8]

Jedlé rostlinné oleje jsou kapalné triglyceroly, které mají jednu či více nenasycených vazeb. U rostlin jsou považovány za zásobárnu energie. Existuje několik druhů potravinářských olejů (například olej arašídový, dýňový, kokosový, mandlový, olivový, řepkový, slunečnicový a další).

Mezi olejnaté druhy fytomasy potenciálně využitelné v energetice se řadí i tzv. recyklované rostlinné oleje. Jedná se o směs použitých olejů v potravinářství (řepkový, palmový, slunečnicový), které jsou následně vyčištěny na bázi odstředivé separace na kvalitu čistého rostlinného oleje.

### 2.3.1 Technologie čištění použitého oleje

V České republice existuje několik firem zabývajících se výkupem, svozem a následnou likvidací použitých potravinářských a fritovacích olejů z kuchyní, restaurací a jiných gastronomických zařízení. Firmy zabývajících se touto činností oleje čistí tak, aby splňovaly podmínky pro výrobu biopaliv. Každá z těchto firem nakládá s konečným produktem (čistý rostlinný olej) po svém.

Mezi nejúčinnější metody recyklace patří čištění použitého rostlinného oleje na bázi odstředivé separace. Na trhu existuje řada firem, které se zabývají procesními technologiemi v oblasti mechanických separací. Jednou z předních firem v této oblasti je i německá skupina GEA Westfalia Separator Group, která má i oficiální zastoupení pro Českou republiku. Mezi další společnosti zabývajících se technologií pro recyklaci použitých olejů patří například TEGAMO Czech, s.r.o., ELLBOGEN, s.r.o. a další.

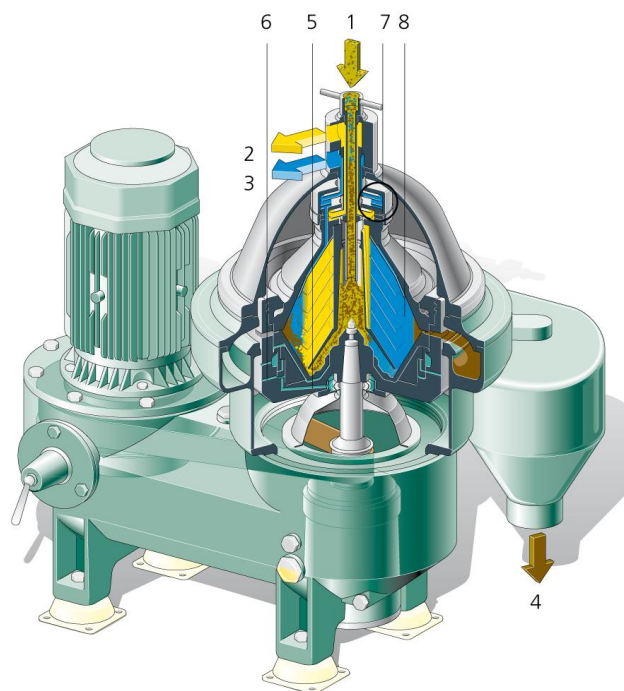
#### 2.3.1.1 Odstředivý separátor GEA Westfalia Separator OSD 6-01-0.7

Na obrázku 2.1 je ukázka separátoru použitého rostlinného oleje. Odstředivý separátor obsahuje samočisticí nádobu a volitelné vybavení pro klasifikaci tekutin nebo směsí tekutin.

Tabulka 2.2 Technické parametry GEA Westfalia Separator OSD 6-01-0.7 dle [9]

<b>Nádoba</b>	rychlost	12000	ot/min
	celkový objem	1,5	l
	objem tělesa	0,9	l
<b>Elektrický motor</b>	příkon	4	kW
	krytí	IP 55	
<b>Dostředivé čerpadlo</b>	tlaková výška lehké složky	1	bar
	tlaková výška těžké složky	1	bar
<b>Hmotnost a doprava</b>	celková hmotnost	200	kg
	hmotnost nádoby	42	kg
	rozměry (délka, šířka, výška)	1280, 700, 1030	mm

Číslem 1 je značen přívod použitého oleje. Tímto přívodem vstupuje směs čištěných tekutin do rotačního prostoru. Číslem 2 je značen vývod lehké složky separace (čistý olej), číslem 3 vývod těžké složky separace (voda), číslem 4 odkalovací jímka, číslem 5 přívod plnicí vody, číslem 6 provozní vývod plnicí vody a číslem 7 a 8 vnitřní komory separátoru.



Obrázek 2.1 Separátor OSD 6-01 společnosti GEA Westfalia Separator Group dle [9]

### 2.3.1.2 Degumming

Samotný proces odstředivé separace sice vyřeší problém s pevnými nečistotami, ale pro využití vyčištěného fritovacího oleje ve spalovacích motorech je to málo. Z upravovaných potravin se do fritovacích olejů dostanou soli, ochucovadla, emulgátory, barviva a další nežádoucí látky. Při následném využití vyčištěných fritovacích olejů v kogeneraci se spalovacími motory to může mít za následek:

- zničení vstřikovačů motoru (nadměrné zakarbonování za krátkou dobu provozu),
- podpálení ventilů hlav motoru (do palivové soustavy se následně dostává více paliva, než je zapotřebí),
- zapečení pístních kroužků motoru,
- další nežádoucí poruchy (poškození turbodmychadla motoru, zatvrdnutí pohyblivých částí vstřikovacího čerpadla při delší odstávce či prochlazení soustrojí, atd.).

Stejně jako pro výrobu MEŘO (základní složka dnešní bionafty) je zapotřebí v odfiltrovaných nebo odstředěných olejích snížit množství volných mastných kyselin a obsah fosfolipidů pod hodnotu 20 ppm.



Obrázek 2.2 Nadměrně zakarbonované vstřikovače

Degumming (též nazýván odslizení) je proces, při kterém na čištěný produkt působí kyselina fosforečná a louh sodný. Následně celý produkt projde znova odstředivou separací, kdy se odstředí fosfatidy. Je-li ovšem následně u konečného produktu zjištěná vysoká hodnota kyselosti, snižuje se zpravidla odstraněním volných mastných kyselin a to buď chemicky (tzn. neutralizací pomocí roztoku alkálie - louhem sodným a následným promytím vodou s využitím odstředivých separátorů) nebo fyzikálně (tzn. vakuová destilace s vodní párou).



Obrázek 2.3 Podpálené ventily hlavy motoru

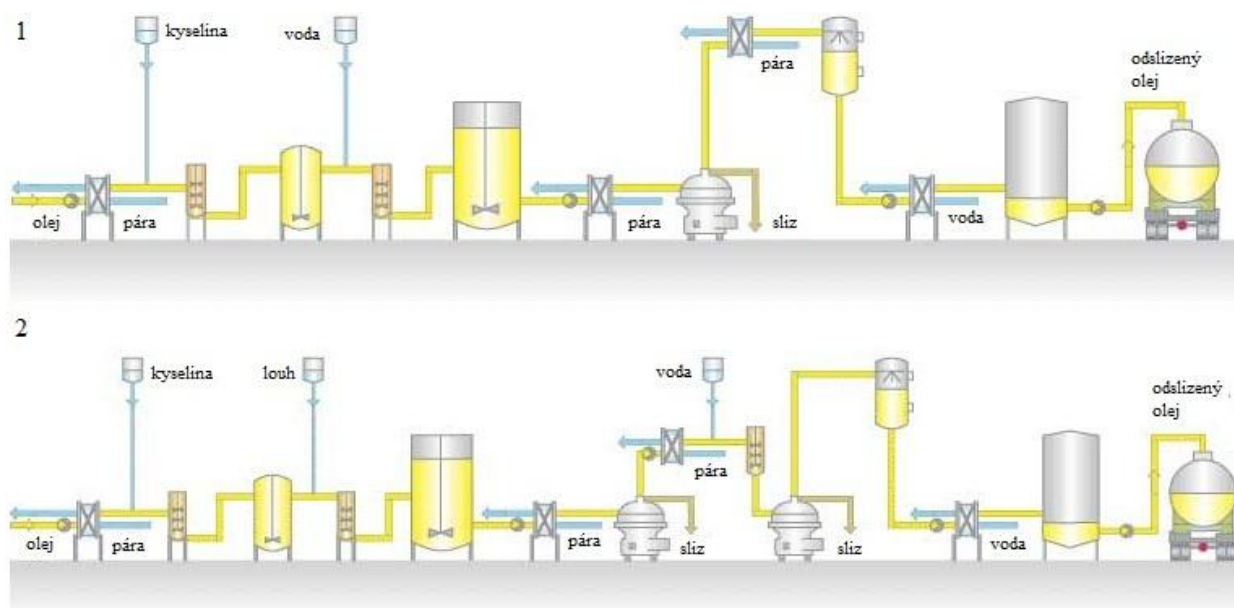
Na obrázku 2.2 lze vidět nadměrně zakarbonované vstřikovače a na obrázku 2.3 jsou v porovnání zobrazené podpálené (číslo 1) a nové (číslo 2) ventily hlavy motoru. To vše může nastat při provozování kogenerační jednotky se spalovacím motorem na nezdegummovaný olej.

Degumming lze provádět v různých kvalitách. Důležitá je hodnota fosforu v odslizeném oleji. Dle tohoto ukazatele jej lze dělit do 3 základních kategorií [10]:

- základní degumming (obsah fosforu v odslizeném oleji do 60 ppm),
- standardní degumming (obsah fosforu v odslizeném oleji do 40 ppm),
- extra degumming (obsah fosforu v odslizeném oleji do 20 ppm).



Základní degumming spočívá v hrubém odstranění fosfolipidů působením vody se slabým přídavkem kyseliny. Fosfolipidy jsou odstraňovány pouze v jednom stupni (jedním průchodem odstředivým separátorem). Používá se pouze pro hrubou přípravu oleje pro následné technologické zpracování. Standardní a extra degumming využívají dva stupně separace. Oba tyto procesy využívají vlastnosti kyseliny, louhu a vody, čímž se podstatně zvyšuje účinnost celého procesu a stabilita z pohledu kvality odslizeného oleje. Extra degumming navíc umožňuje zvýšené dávkování louhu pro neutralizaci oleje respektive volných mastných kyselin za vzniku surovin využitelných při výrobě mýdla. Na obrázku 2.4 lze vidět technologické schéma standardního (označeno číslem 1) a extra (označeno číslem 2) degummingu.



Obrázek 2.4 Technologické schéma degummingu dle [10]

### 2.3.2 Potenciál trhu a analýza množství paliva

Vytvořit přesnou analýzu množství paliva na trhu v ČR je velice složitý proces. Množství objemů recyklovaných rostlinných olejů je během kalendářního roku velice proměnlivé. Závisí především na konečné spotřebě jedlých olejů a tuků (v podstatě se tedy jedná o směs použitých olejů v potravinářství a to řepkových, palmových a slunečnicových).

Přesná data lze dohledat na webu Českého statistického úřadu (ČSÚ), který je ústředním orgánem státní správy České republiky. Statistická šetření ČSÚ tvoří malou část vstupních údajů pro výpočet spotřeby potravin. Významnými poskytovateli dat jsou potravinářské svazy, zájmové organizace, různá potravinářská sdružení a společnosti působící v oblasti potravin. V ČR působí na trhu několik společností, které se svozem použitých potravinářských olejů a jejich následným čištěním zabývají (například Viking group, s.r.o., Trafin Oil, a.s., Černošlávka group, s.r.o. a další). Dle aktuálně dostupných dokumentů na webu ČSÚ je uvedeno, že spotřeba rostlinných jedlých tuků a olejů za rok 2010 na jednoho obyvatele ČR činila 16,3 kg, za rok 2009 činila 15,9 kg a za rok 2008 činila 16,0 kg. [11]

Počet obyvatel ČR za rok 2010 činil 10 517 247 obyvatel, za rok 2009 činil 10 491 492 obyvatel a za rok 2008 činil 10 429 692 obyvatel. [12]

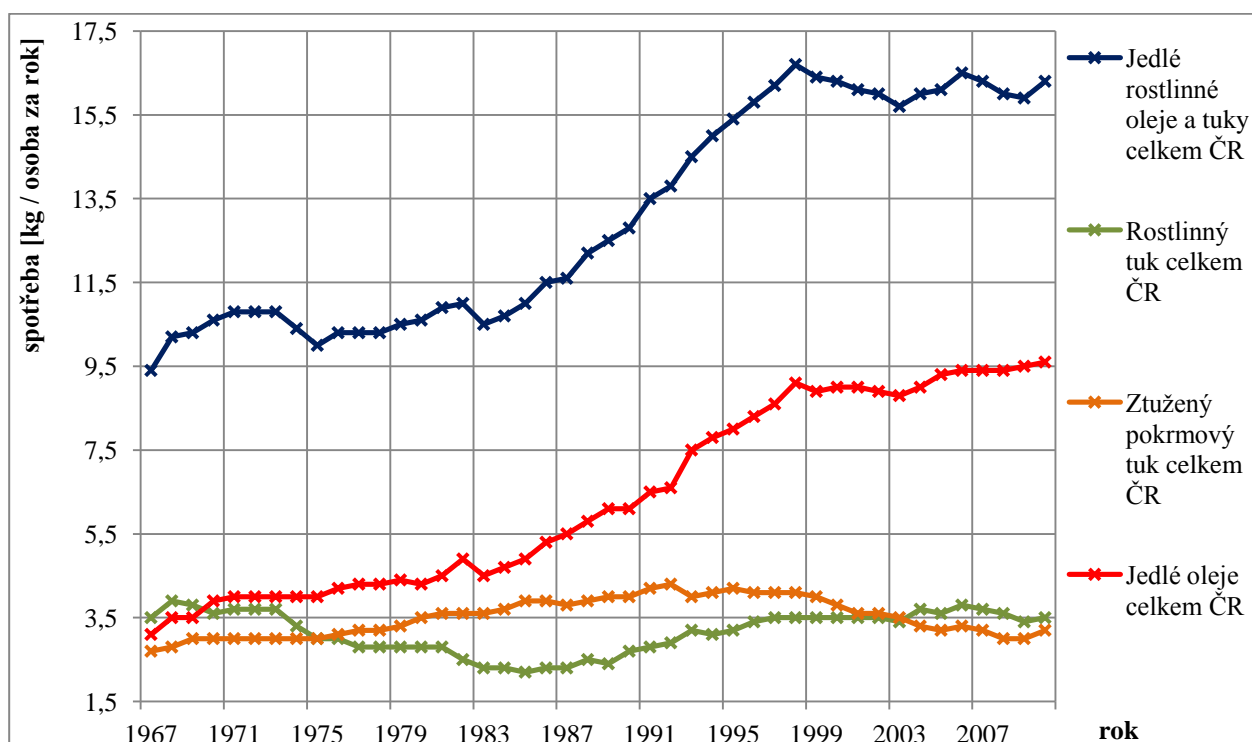


V tabulce 2.3 je nyní proveden výpočet analýzy celkového potenciálního množství paliva na trhu v ČR. Je zohledněn koeficient využitelnosti pro recyklaci a ztráty během recyklace. Oba tyto činitele snižují využitelné množství spotřebovaných jedlých olejů a tuků. Vycházejí z dlouhodobých zkušeností společností, které se svozem použitých potravinářských olejů a jejich následným čištěním zabývají.

Tabulka 2.3 Analýza vývoje trhu s rostlinným oleje

Rok	Počet obyvatel ČR [v mil.]	Průměrná spotřeba na obyvatele za rok [kg/osoba za rok]	Celková spotřeba ČR za rok [t/rok]	Koeficient využitelnosti pro recyklaci [%]	Ztráty během recyklace (nevyužitelný odpad z použitého oleje) [%]	Celkové potenciální množství paliva na trhu v ČR [t/rok]
2008	10,430	16	166 875	20	10	30 038
2009	10,491	15,9	166 814	20	10	30 027
2010	10,517	16,3	171 431	20	10	30 858

Koeficient využitelnosti pro recyklaci je určen tak, že přibližně polovina spotřeby celkových jedlých olejů a tuků se vrátí zpět do potravinářského řetězce. U poloviny z tohoto potenciálního množství je ovšem uvažováno s tím, že to je již konečný znovu nezpracovatelný odpad (v dnešní době ovšem existují zařízení, které by tento problém mohla částečně řešit, například odlučovače tuků v ČOV). Během samotného procesu recyklace dochází ke ztrátám. Odstředivou separací dochází k odloučení pevných nečistot a degummingem dochází k oddělení složek fosfolipidů a tzv. přiboudliny (směs vyšších alkoholů, vody, mastných kyselin a jejich esterů, surovina též využitelná pro výrobu mýdla).

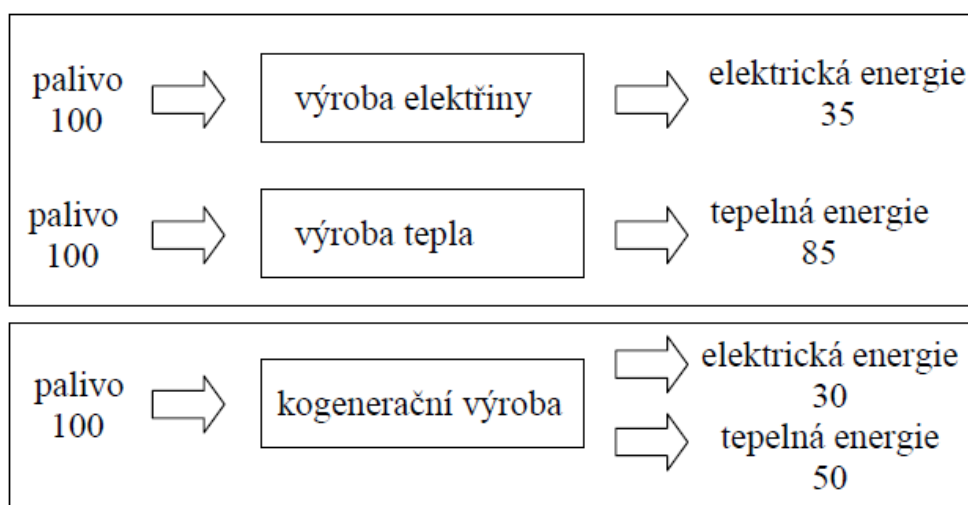


Obrázek 2.5 Graf vývoje trhu s rostlinným olejem dle [13]

## 2.4 Kogenerace

Pojem kogenerace (u nás známý též pod pojmem teplárenská výroba) vyjadřuje kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla (KVET). Mezi nové trendy v oblasti kogeneračních zařízení v současné době začíná patřit pojem trigenerace, což znamená kombinovanou výrobu elektrické energie, tepla a chladu. Chlad je následně využíván pro účely klimatizace a to především v okolí místa instalace kogeneračního zařízení.

Vítanou výhodou kogenerace je snížení podílu energie z PEZ. S tím souvisí i snížení škodlivých emisí vznikajících při transformaci PEZ do požadovaných forem energií. [14]



Obrázek 2.6 Výrobní řetězec transformace PEZ při oddělené výrobě a kombinované výrobě elektřiny a tepla dle [15]

Z obrázku 2.6 vyplývají 2 vztahy pro účinnost při oddělené a kombinované výrobě elektřiny a tepla [15]:

$$\eta^{ODV} = \frac{35+85}{200} = 0,6 \quad (1) \quad (2.1)$$

$$\eta^{KVET} = \frac{30+50}{100} = 0,8 \quad (1) \quad (2.2)$$

Mezi typické příklady, kde může být využita kogenerace, patří:

- průmyslové podniky,
- nemocnice,
- administrativní a obchodní centra,
- školy, internáty, koleje,
- hotely a penziony,
- multifunkční a sportovní centra,
- menší komplexy obytných budov a další.

### 2.4.1 Teplárenský modul a teplárenský součinitel

Teplárenský modul (udává velikost úspory) a teplárenský součinitel (na něj je zařízení dimenzováno s ohledem na jeho maximální využití) patří mezi nejdůležitější ukazatele kogeneračních zařízení. [14]

Pro výrobu elektrické energie  $E$  s účinností  $\eta_{el}$  při oddělené výrobě je potřeba množství energie v palivu  $Q_{el}$ :

$$Q_{el} = \frac{E}{\eta_{el}} \quad (\text{J}; \text{J}, 1) \quad (2.3)$$

Pro výrobu tepelné energie  $Q$  s účinností  $\eta_{výt}$  ve výtopně je potřeba množství energie v palivu  $Q_{výt}$ :

$$Q_{výt} = \frac{Q}{\eta_{výt}} \quad (\text{J}; \text{J}, 1) \quad (2.4)$$

Při kombinované výrobě elektrické energie  $E$  a tepelné energie  $Q$  s účinností kogenerační jednotky  $\eta_{kj}$  je potřeba množství energie v palivu  $Q_{kj}$ :

$$Q_{kj} = \frac{E+Q}{\eta_{kj}} \quad (\text{J}; \text{J}, \text{J}, 1) \quad (2.5)$$

Pomocí uvedených vztahů (2.3), (2.4) a (2.5) lze vypočítat úsporu tepla z paliva  $Q_u$  při kombinované výrobě elektrické a tepelné energie:

$$Q_u = \frac{E}{\eta_{el}} + \frac{Q}{\eta_{výt}} - \frac{E+Q}{\eta_{kj}} \quad (\text{J}; \text{J}, 1, \text{J}, 1, \text{J}, \text{J}, 1) \quad (2.6)$$

Předpokládá-li se, že účinnost kogeneračního zařízení a výtopny je stejná, lze teplo uspořené v palivu vztažené na jednotku tepla dodaného spotřebiteli upravit do vztahu:

$$\frac{Q_u}{Q} = \frac{E}{Q} \cdot \left( \frac{1}{\eta_{el}} - \frac{1}{\eta_{kj}} \right) \quad (\text{J}; \text{J}; \text{J}, \text{J}, 1, \text{J}, 1, \text{J}) \quad (2.7)$$

Ve vztahu (2.7) se objevuje jeden z nejdůležitějších ukazatelů kogeneračních zařízení. Teplárenský modul (též nazýván modul teplárenské výroby) je značen symbolem  $e$  a je to podíl elektrické a tepelné energie vyrobených v kogeneračních zařízeních.

$$e = \frac{E}{Q} \quad (1; \text{J}, \text{J}) \quad (2.8)$$

Relativní úspora tepla vztažená k jednotce tepla dodaného kogeneračním zařízením je vyjádřena vztahem (2.9). Zároveň z něj vyplývá, že úspora tepla z PEZ je přímo úměrná velikosti teplárenského modulu.

$$\frac{Q_u}{Q} = e \cdot \left( \frac{1}{\eta_{el}} - \frac{1}{\eta_{kj}} \right) \quad (\text{J}; \text{J}; 1, 1, \text{J}, 1, \text{J}) \quad (2.9)$$

Teplárenský součinitel je vyjádřen vztahem (2.10). Je to podíl tepla dodávaného kogenerační jednotkou  $Q$  a maximální spotřeby tepla  $Q_{max}$ . Značí se symbolem  $\alpha$ . Teplárenský součinitel je důležitý při dimenzování kogenerační jednotky, kdy se hledí především na potřebu tepelné energie. Kogenerační jednotka se dimenzuje jen na část maximální potřeby tepla. Z důvodu optimálního využití kogenerační jednotky se teplárenský součinitel volí menší než 1. [14]

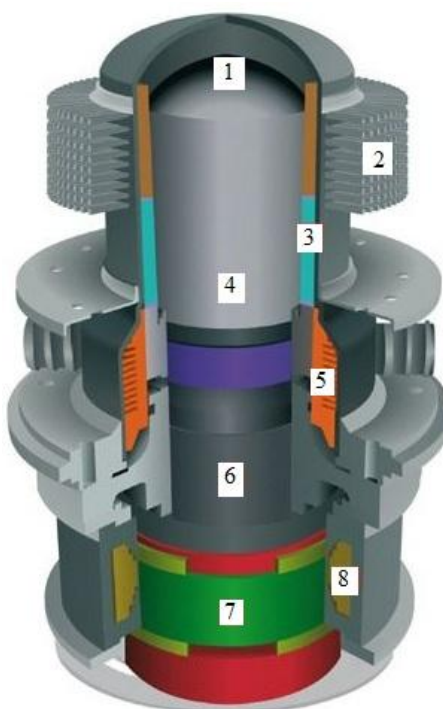
$$\alpha = \frac{Q}{Q_{max}} \quad (1; J, J) \quad (2.10)$$

### 2.4.2 Rozdělení kogeneračních technologií

Všechny kogenerační zdroje jsou principiálně složeny z pohonné jednotky, zařízení pro výrobu a úpravu elektrické energie a tepla a řídicích a kontrolních systémů. Kogenerační jednotky (KJ) lze dělit podle:

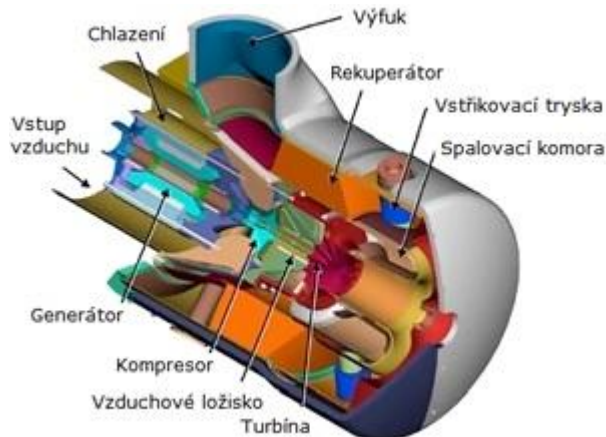
- typu pohonné jednotky,
- použitého paliva,
- maximálního dosažitelného výkonu.

Mezi nejčastější typy pohonných jednotek patří parní turbíny, spalovací turbíny, spalovací motory a paroplynová zařízení. Pohonné jednotky prochází neustálým vývojem, s tím souvisí i neustálý příchod nových technologií, mezi něž patří například Stirlingův motor, palivové články, mikroturbíny a další.



Obrázek 2.7 Stirlingův motor dle [16]

Na obrázku 2.7 je zobrazen princip Stirlingova motoru. Číslem 1 je značena hlavice, 2 žebra, 3 regenerátor, 4 výtlačný píst, 5 chladič, 6 pracovní píst, 7 magnet a 8 cívka. Na obrázku 2.8 je zobrazen princip mikroturbíny.



Obrázek 2.8 Mikroturbína Capstone C200 dle [17]

Z fyzikálního hlediska lze kogenerační jednotky dělit podle skupenství použitého paliva a to na [15]:

- KJ pracující s pevným palivem,
- KJ pracující s kapalným palivem,
- KJ pracující s plynným palivem.

Maximální dosažitelný výkon je hlavní hledisko při výběru kogenerační jednotky. Podle dosažitelného výkonu lze KJ dělit na [15]:

- mikro-kogenerace (do výkonu 50 kW<sub>E</sub>),
- mini-kogenerace (do výkonu 500 kW<sub>E</sub>),
- kogenerace malého výkonu (do 1 MW<sub>E</sub>),
- kogenerace středního výkonu (do 50 MW<sub>E</sub>),
- kogenerace velkého výkonu (nad 50 MW<sub>E</sub>).

### 2.4.3 Kogenerační jednotky na rostlinný olej se spalovacím motorem

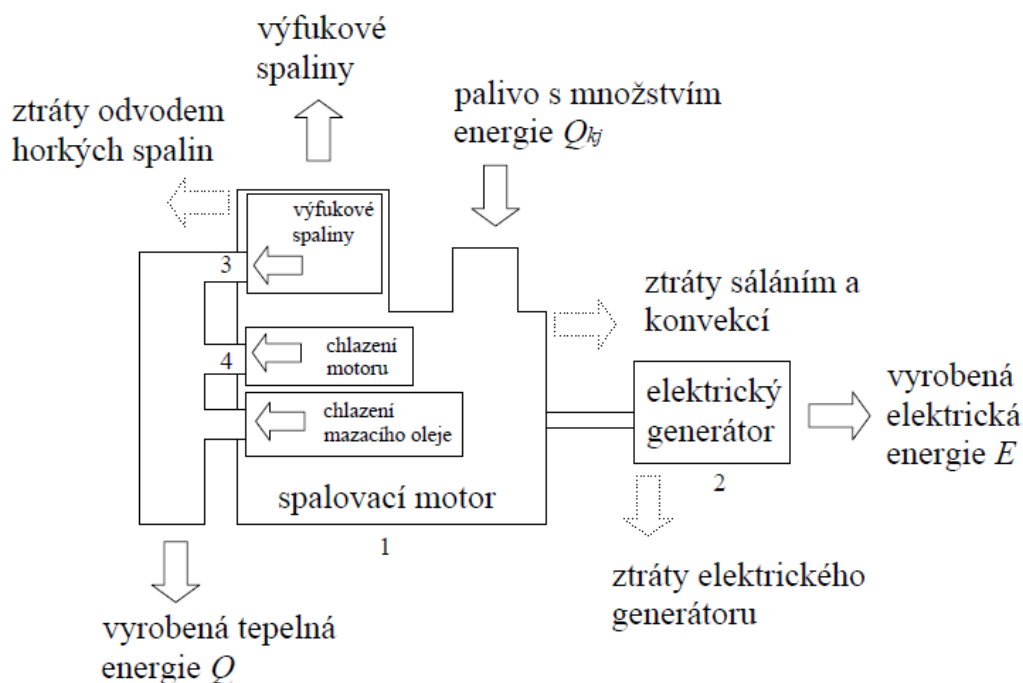
Kogenerační jednotky obecně tvoří kompaktní celek. Pro kogenerační účely se využívají pístové motory s vnitřním spalováním. Nejčastěji se kogenerační jednotka se spalovacím motorem skládá z:

- spalovacího motoru,
- elektrického generátoru (asynchronní/synchronní),
- zařízení pro výrobu tepla (výměník voda/voda, výměník spaliny/voda, čerpadla, ventily, expanzní nádoby, případně akumulční nádrže a další),
- palivového systému (regulace přívodu paliva, filtrace a ohřevy paliva a další),

- hlavního řídicího systému, případně pomocných řídicích systémů,
- příslušenství (kontejnerové provedení, vnitřní vybavení strojovny).

Jako pohonná jednotka se tedy využívá spalovací motor, který je jako tepelný stroj velmi vhodný k teplotnímu využití. Energie vázaná v palivu se přemění na mechanickou energii ve formě otáčivého pohybu hnací hřídele. Motor pohání elektrický generátor a současně produkuje odpadní teplo, které je tvořeno:

- teplem chlazení motoru (blok válců a hlav motoru),
- chlazením mazacího oleje,
- teplem výfukových plynů.



Obrázek 2.9 Toky energií u kogenerační jednotky se spalovacím motorem v základním zapojení dle [15]

Na obrázku 2.9 lze vidět toky energií u kogenerační jednotky se spalovacím motorem v základním zapojení. Číslo 1 označuje spalovací motor, číslo 2 elektrický generátor, číslo 3 výměník tepla spaliny/topná voda a číslo 4 výměník tepla chladící voda/topná voda.

Spalovací motory lze dělit podle způsobu zapálení směsi paliva a vzduchu ve válci:

- vznětové spalovací motory
  - dochází k zapálení paliva ve válci samovznícením při vstřiku do horkého stlačeného vzduchu,
  - účinnost na hřídeli těchto motorů bývá v rozmezí 35 % až 45 %,
- zážehové spalovací motory
  - dochází k zapálení směsi paliva a vzduchu elektrickou jiskrou,
  - účinnost na hřídeli těchto motorů bývá v rozmezí 27 % až 43 %.

Při použití spalovacích motorů při kogeneraci je nutné upravit palivový systém a spalovací prostor. Tyto rekonstrukce se provádějí jak u vznětových, tak u zážehových motorů. V případě hodnocení přínosu kogenerační výroby je účelné jej provést nejen vzhledem k samotnému transformačnímu řetězci, ale i vzhledem k vhodnosti instalace a provozu ve srovnání s jinými možnostmi zajištění požadované spotřeby nebo dodávky energií (zejména ve srovnání oddělené výroby elektrické a tepelné energie). Hodnotící ukazatelé KVET by měly prokázat především [15]:

- zvýšení využití primárních zdrojů,
- omezení vlivu znečištění,
- snížení ztrát při energetické dopravě.

Rozměrové parametry kogeneračních jednotek jsou určeny především prostorovými, instalačními a stavebními nároky pro instalaci kogenerační technologie a realizaci dodávky elektrické a tepelné energie. V současné době se konstrukční uspořádání vyráběných kogeneračních jednotek moc neliší. Uplatňují se vždy ty varianty, které nejvíce vyhovují danému zákazníkovi. Konstrukční provedení instalovaných kogeneračních jednotek lze rozdělit na [18]:

- kompaktní blokové provedení s protihlukovou kapotou (instalace v budovách, výhoda spočívá v nízké hlučnosti, jednoduchosti a rychlosti instalace),
- provedení bez kapoty (jednoduché konstrukční provedení bez protihlukové kapoty, ovšem umístění do odhlučňené strojovny),
- kontejnerové provedení (venkovní provedení mimo obytné či průmyslové budovy, snadná instalace a odolnost vůči povětrnostním vlivům),
- modulové uspořádání (kogenerační jednotky větších výkonů, oddělení tepelného modulu od modulu motorgenerátoru, výhodou je variabilita provedení dle přání zákazníka).

Provozem KJ je samozřejmě ovlivňováno životní prostředí. Jsou produkovány škodliviny přispívající ke globálnímu znečištění životního prostředí. Vyráběné KJ a následně uváděné do provozu musí splňovat technické předpisy (na základně platných směrnic a vyhlášek), které jsou vydávány příslušnými ministerstvy a správními úřady na základě platnosti zákonů. Účinky způsobené provozem KJ lze rozdělit na [15]:

- jedovaté látky v plynných látkách (spalinách),
- jedovaté látky v tuhých odpadních látkách,
- mechanická energie,
- tepelná energie.

Ve spalinách se tedy objevují škodlivé látky ve formě plynných látek a emisních částic. Plynné škodlivé látky, které vznikají reakcí hořlavých částí paliva s kyslíkem, jsou reprezentovány [15]:

- oxidem uhelnatým (vznik při nedostatečné oxidaci paliva),
- oxidem uhličitým (kromě skleníkového efektu neškodí, zesiluje působení oxidu uhelnatého),



- skupinou oxidu dusíku (jedná se o oxid dusnatý NO, oxid dusičitý NO<sub>2</sub> a oxid dusný N<sub>2</sub>O),
- oxidem siřičitým (vznik podmíněn obsahem síry v palivu),
- těkavými organickými sloučeninami.

Mezi emisní částice patří jednak tuhé znečišťující látky (TZL), což jsou saze a popel (anorganické látky) a také kapalné částice (uhlovodíky a sulfáty). Mechanická energie pohybujících se částí zařízení způsobuje hluk a vibraci. Tepelná energie, která ovlivňuje pracovní a životní prostředí je způsobena odpadním teplem a emisí skleníkových plynů. [15]

Na obrázku 2.10 lze vidět instalovanou kogenerační jednotku na rostlinný olej společnosti Seva Energie AG. Konstrukční provedení této instalace je v provedení bez kapoty a to s umístěním do odhlučněné strojovny suterénu univerzitního areálu.



Obrázek 2.10 Kogenerační jednotka na rostlinný olej společnosti Seva Energie AG

Společnost Seva Energie AG se zabývá výrobou energetických soustrojí pro kombinovanou výrobu elektrické a tepelné energie. Má široké výrobní spektrum kogeneračních jednotek na rostlinný olej, bioplyn, zemní plyn a další plyny (důlní, skládkový, atd.). Co se týče kogeneračních jednotek na rostlinný olej, nabízí společnost Seva Energie AG produkty ve výkonové škále od 100 kW do 620 kW. KJ jsou vybaveny upravenými palivovými systémy a vznětovými motory (používány jsou motory značek Deutz a MTU). Technická data o nejběžnějších KJ společnosti Seva Energie AG jsou zobrazeny v tabulce 2.4 a na obrázku 2.10 lze vidět jedinou provozovanou KJ na rostlinný olej na území ČR, KJ typ SEV-DE 170P s elektrickým výkonem 170 kW a tepelným výkonem 172 kW.



Tabulka 2.4 Výkonové řady kogeneračních jednotek na rostlinný olej společnosti Seva Energie AG dle [19]

Označení produktu	SEV-DE 170P	SEV-DE 260P	SEV-MT 480P
Motor	Deutz BF6M 1015C	Deutz BF8M 1015	MTU
Válce	6, s válci do V	8, s válci do V	12, v řadě
Otáčky	1500 min <sup>-1</sup>	1500 min <sup>-1</sup>	1500 min <sup>-1</sup>
Generátor	Stamford HCI 434E synchronní (účinnost 95,7%)	Stamford HCI 534C synchronní (účinnost 96,1%)	Stamford HCI 634G synchronní (účinnost 96,3%)
Mechanický výkon	170 kW	260 kW	480 kW
Elektrický stupeň účinnosti	40,2 % (DIN 3046)	40,1 % (DIN 3046)	41,5 % (DIN 3046)
Tepelný výkon	172 kW (z chlazení motoru 91kW = 22%)	264 kW (z chlazení motoru 142kW = 22%)	455 kW (z chlazení motoru 198kW = 17%)
Tepelný stupeň účinnosti	41 % (z chlazení motoru 91kW = 22%, ze spalin výměníku 81kW = 19%)	41 % (z chlazení motoru 142kW = 22%, ze spalin výměníku 122kW = 19%)	39 % (z chlazení motoru 198kW = 17%, ze spalin výměníku 257kW = 22%)
Tepelný výkon topeniště	423 kW	648 kW	1 156 kW
Spotřeba oleje	41,5 kg.h <sup>-1</sup> (při výhřevnosti 36 MJ.kg <sup>-1</sup> , DIN 51605)	69,5 kg.h <sup>-1</sup> (při výhřevnosti 36 MJ.kg <sup>-1</sup> , DIN 51605)	125,6 kg.h <sup>-1</sup> (při výhřevnosti 36 MJ.kg <sup>-1</sup> , DIN 51605)
Celková délka	3500 mm	3700 mm	4200 mm
Celková šířka	1500 mm	1500 mm	1700 mm
Celková výška	2100 mm	2200 mm	2200 mm
Hmotnost	3000 kg	4200 kg	6800 kg

Dalším výrobcem kogeneračních jednotek na rostlinný olej je společnost Schnell Motoren AG. V České republice má společnost oficiální zastoupení sídlící v Bruntále. Celkově společnost za svou existenci již vyexpedovala 2 500 agregátů, jejichž výkonové spektrum se pohybuje v rozmezí od 40 kW do 1,6 MW. Jedná se o agregáty provozované na rostlinný olej, bioplyn, skládkový plyn, kalový nebo jiný plyn. V tabulce 2.5 jsou údaje o nejběžnějších agregátech na rostlinný olej. [20]

Tabulka 2.5 Výkonové řady kogeneračních jednotek na rostlinný olej společnosti Schnell Motoren AG dle [20]

<b>Výkonová řada</b>	180 kW	250 kW	265 kW
<b>Motor</b>	Scania – Schnell	Scania - Schnell	Scania – Schnell
<b>Válce</b>	6 v řadě	6 v řadě	6 v řadě
<b>Otáčky</b>	1500 min <sup>-1</sup>	1500 min <sup>-1</sup>	1500 min <sup>-1</sup>
<b>Generátor</b>	Stamford synchronní 300 kVA	Stamford synchronní 350 kVA	Stamford synchronní 350 kVA
<b>Mechanický výkon</b>	191 kW	264 kW	277 kW
<b>Elektrický stupeň účinnosti</b>	42 % (DIN 3046)	43 % (DIN 3046)	45 % (DIN 3046)
<b>Tepelný výkon</b>	171 kW (z chlazení motoru 90kW = 21%)	233 kW (z chlazení motoru 122kW = 21%)	218 kW (z chlazení motoru 136kW = 23%)
<b>Tepelný stupeň účinnosti</b>	40 % (z chlazení motoru 90kW = 21%, ze spalin výměníku 81kW = 19%)	40 % (z chlazení motoru 122kW = 21%, ze spalin výměníku 110kW = 19%)	37 % (z chlazení motoru 136kW = 23%, ze spalin výměníku 82kW = 14%)
<b>Tepelný výkon topeniště</b>	428 kW	581 kW	589 kW
<b>Spotřeba oleje</b>	41,5 kg.h <sup>-1</sup> (při výhřevnosti 37 MJ.kg <sup>-1</sup> )	56,5 kg.h <sup>-1</sup> (při výhřevnosti 37 MJ.kg <sup>-1</sup> )	57 kg.h <sup>-1</sup> (při výhřevnosti 37 MJ.kg <sup>-1</sup> )
<b>Celková délka</b>	3400 mm	3400 mm	3400 mm
<b>Celková šířka</b>	1320 mm	1320 mm	1320 mm
<b>Celková výška</b>	2150 mm	2150 mm	2150 mm
<b>Hmotnost</b>	3150 kg	3300 kg	3400 kg

## 3 LEGISLATIVA UMOŽŇUJÍCÍ VYUŽITÍ POUŽITÝCH ROSTLINNÝCH OLEJŮ V ENERGETICE

Využití biomasy pro energetické účely není zdaleka tak jednoduché, jak by se na první pohled mohlo zdát. Je pochopitelné, že existují tzv. investiční a provozní dotace. Investiční dotace napomáhají k získání zařízení na využívání biomasy a provozní dotace zase motivují provozovatele zařízení na využívání biomasy. Dotace lze čerpat v rámci Evropské unie nebo v rámci České republiky.

Dle vyhlášky č. 482/2005 Sb. ze dne 2. prosince 2005 o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy, lze recyklované rostlinné oleje klasifikovat do kategorie O2 (procesy termických přeměn - spalování a zplyňování čisté biomasy). Z toho plyne, že tyto oleje jsou využitelné při výrobě elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 a na základě příslušných cenových rozhodnutí Energetického regulačního úřadu ČR se můžou čerpat provozní dotace.

### 3.1 Předrealizační příprava výstavby a provozu KJ na rostlinný olej

#### 3.1.1 Podnikatelský záměr a studie proveditelnosti

V dnešní době je snaha před začátkem podnikání v jakékoliv sféře vše důkladně naplánovat a rozebrat. To platí samozřejmě i v energetice. Plánování se totiž stalo součástí lidského života. Vycházet by se mělo z dobře zpracovaného podnikatelského záměru. Ať už se jedná o plán základních myšlenek nezávislých analytiků a živnostníků až po rozsáhlou dokumentaci větších firem.

Podnikatelský záměr se více či méně tváří jako nedosažitelný ideál. To znamená, že je ve své podstatě nápaditý a inspirativní. Neměl by se ovšem příliš vzdalovat od dosažitelné reality. Typické je taky utajení klíčových částí až do samotné realizace projektu (zachování konkurenční výhody). V případě, kdy je podnikatelský záměr spojen s velkými investicemi nebo žádostí o vnější zdroje, je zapotřebí zpracovat i studii proveditelnosti. Studie proveditelnosti by měla již vycházet z investičního záměru celého projektu.

#### 3.1.2 Postup pro úspěšné spuštění provozu KJ

Pro úspěšné spuštění provozu KJ na rostlinný olej je nutno dbát na všechny legislativní požadavky ČR. Přitom je zapotřebí postupovat pozorně krok po kroku a nezapomenout na žádnou záležitost, která by spuštění plánovaného nového provozu mohla zhatit.

Je nutné chronologicky vyřizovat jednotlivé záležitosti spojené s provozem [21]:

- připojení zdroje do sítě (vyřizuje územně příslušný distributor elektrické energie, například EON, ČEZ, PRE),
- stavební povolení (vydává stavební odbor příslušného obecního či městského úřadu)
  - k žádosti je potřeba projekt na instalaci KJ včetně celého příslušenství a projekt na vyvedení elektrického výkonu (bude-li se elektrická energie dodávat do sítě),

- na základě projektu se vystaví stanoviska orgánů státní správy (hygiena, hasiči, životní prostředí) a správců sítí (ČEZ nebo EON, vodárny, atd.)
- podklady pro zpracování projektu většinou dodává samotný výrobce KJ,
- nutnost klasifikovat KJ mezi zdroje nečistění (povolení k jejich stavbě vydává odbor životního prostředí místně příslušného krajského úřadu na základě odborného posudku),
- u KJ větších výkonů mohou hygienické stanice požadovat měření hluku,
- kolaudace neboli zkušební provoz (na základě stavebního povolení lze nainstalovat KJ, ke spuštění je ovšem potřeba povolení stavebního úřadu ke zkušebnímu provozu, k tomu je zapotřebí revize elektroinstalace a doklady o splnění všech podmínek stavebního povolení),
- licence (pro výrobu elektrické energie z kogenerace je potřeba licence na výrobu elektřiny, kterou vydává Energetický regulační úřad)
  - k získání licence je potřeba vyplnit žádost a doložit další potřebná osvědčení (revizní zprávy, technické specifikace, prohlášení o shodě, výpisy z katastru nemovitostí),
- osvědčení o původu elektřiny a tepla (žádost o osvědčení je dostupná na Ministerstvu průmyslu a obchodu, sekce právní předpisy v elektroenergetice a teplárenství, osvědčení o původu elektřiny z KVET požaduje distributor elektřiny, aby mohl vyplácet příspěvek na elektřinu vyrobenou v procesu kogenerace),
- registrace u operátora trhu s elektřinou (nutnost zaregistrovat se u Operátora trhu s elektřinou, provozovatel se stane účastníkem trhu s elektřinou),
- instalace elektroměru (odpovídá vyhlášce č. 326/2005 Sb.).



Obrázek 3.1 Licence pro výrobu elektřiny

### 3.1.3 Místo instalace kogeneračních jednotek na rostlinný olej

Výběr správného místa instalace kogenerační jednotky na rostlinný olej je spojen s několika fakty, které je nutné před samotným zahájením a výstavbou zajistit. Jedná se především o tyto záležitosti:

- důkladnou analýzu spotřeb elektrické a tepelné energie a možnosti jejich úspory díky instalaci KJ,
- budoucí smlouvy o dodávkách elektrické a tepelné energie
  - smlouva na výkup silové elektřiny (když je výroba elektrické energie větší než spotřeba v instalovaném objektu, pevná výkupní cena či smluveného cena za silovou elektřinu),
  - smlouva na úhradu příspěvků (vyplácení zelených bonusů, příspěvek KVET),
- smlouva o připojení s příslušným provozovatelem distribuční sítě (případně s provozovatelem lokální distribuční sítě v dané lokalitě),
- zajištění investičních prostředků na celý projekt (například pomocí vnějších zdrojů, úvěr, apod.),
- smlouvy o dílo se zákazníkem o KJ (je potřeba stanovit časový harmonogram celého projektu a výstavby),
- smlouvy s dodavateli příslušenství KJ (výrobce palivových nádrží, stavební úpravy, vyvedení a zapojení elektrické výkonu, napojení na topný systém zákazníka, atd.), čestné prohlášení a certifikáty.



Obrázek 3.2 Kogenerační jednotka na rostlinný olej v provedení s odhlučňovou strojovnou



## 3.2 Stavba a instalace

### 3.2.1 Projekt

Zásadními podklady pro správné vypracování projektu je důkladně provedená analýza energetických potřeb (spotřeby elektrické a tepelné energie v uvažovaném místě instalace). Vždy by se mělo vycházet z kvalitně zpracovaného podnikatelského záměru.

Před zahájením samotných stavebních prací a instalací zařízení je zapotřebí poptat příslušenství KJ, které v naprosté většině případů výrobci KJ nedodávají jako součást. Pro KJ na rostlinný olej to znamená:

- palivová nádrž na rostlinný olej s potřebným příslušenstvím (technologie nahřívání paliva v nádrži, odkalovací jímky, čidla pro měření teplot, průtoku a stavu množství paliva),
- vzduchotechnika a vývod spalin (komín),
- vyvedení elektrické výkonu a napojení na topný systém,
- osazení strojovny KJ.

### 3.2.2 Stavební práce

Nezbytný základ pro splnění projektové kalkulace podnikatelského záměru a dosažení nadstandardních výnosů je bezchybné zpracování projektu s podnikatelským záměrem a kvalitní technologie s dlouhou životností.

Pro dosažení cíle je ovšem zapotřebí celou technologii správně sestavit dohromady. Sebeměší nedbalost během stavebních a instalačních prací může mít následně neblahý vliv na celou rentabilitu projektu.



Obrázek 3.3 Průběh montážních prací a instalace kogenerační jednotky na rostlinný olej

### 3.2.3 Provoz a údržba

Kogenerační jednotka na rostlinný olej je ve své podstatě motor, jenž je dlouhodobě provozován v optimálních podmínkách. Potřeba údržby a dodržování servisního plánu se potom přímo odvíjí od počtu „najatých“ motohodin. Mikro-kogenerace (do 50 kW<sub>E</sub>) a mini-kogenerace (do 500 kW<sub>E</sub>) se dá navíc považovat za bezproblémové provozování, které vyžadují pouze občasné vizuální kontroly.

Servisu se ovšem nevyhne žádné zařízení, výjimkou není ani KJ na rostlinný olej. Během provozu je nutné dbát na správnou diagnostiku celého zařízení a předpovídat budoucí servisní zásahy, které budou zapotřebí. Je to důležité především proto, aby nedošlo k dlouhodobým prostojům KJ, což by mohlo mít neblahý vliv na celou ekonomiku provozu. S provozem a údržbou souvisí:

- dodržování platného provozního řádu (v němž jsou specifikována ustanovení a pravidla týkající se přístupu všech pověřených osob k zařízení a jeho ovládání),
- dodržování servisního plánu stanoveného výrobcem (kompletní inspekční list KJ),
- ostatní specifika související s provozem.

## 3.3 Souhrn zákonů a vyhlášek

Provozovatelé kogeneračních jednotek musí dodržovat platnou legislativu. Vše je kontrolováno Státní energetickou inspekcí, kdy v případě nedodržení legislativy hrozí vysoké sankce za neoprávněné obohacení. [21]

Při výstavbě a následném provozu kogeneračních jednotek je nutno vycházet z těchto zákonů a vyhlášek a je nutno je dodržovat v jejich aktuálním znění [21]:

- Energetický zákon 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů,
- Zákon o hospodaření energií 406/2006 Sb. a Zákon 177/2006 Sb., kterým se mění zákon 406/2006 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů,
- Vyhláška č. 17/2010 Sb., o zjišťování emisí ze stacionárních zdrojů a provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší,
- Vyhláška č. 51/2006 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě,
- Vyhláška č. 59/2012 Sb., o regulačním výkaznictví,
- Vyhláška č. 82/2011 Sb., o měření elektřiny a o způsobu stanovení náhrady škody při neoprávněném odběru, neoprávněné dodávce, neoprávněném přenosu nebo neoprávněné distribuci elektřiny,
- Vyhláška č. 344/2009 Sb., o podrobnostech způsobu určení elektřiny z vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla založené na poptávce po užitečném teple a určení elektřiny z druhotných energetických zdrojů,
- Vyhláška č. 349/2010 Sb. MPO o stanovení minimálních účinnostech užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie,
- Vyhláška č. 439/2005 Sb., kterou se stanovují podrobnosti způsobu určení množství elektřiny z kombinované výroby elektřiny a tepla a určení množství elektřiny z druhotných energetických zdrojů,

- ERÚ vyhláška č. 140/2009 Sb., o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen,
- ERÚ vyhláška č. 426/2005 Sb., o podrobnostech udělování licencí pro podnikání v energetických odvětvích,
- Zákon 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, účinnost od 1. ledna 2013.

Vyhláška č. 17/2010 Sb., o zjišťování emisí ze stacionárních zdrojů a provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší, je ve své podstatě novelizována vyhláška č. 205/2009 Sb. původního zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší ve znění pozdějších předpisů.

Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší (REZZO) eviduje všechny zdroje, které znečišťují ovzduší. Tyto zdroje jsou rozděleny na stacionární a mobilní. Stacionární zdroje jsou navíc děleny do skupin dle velikosti a významu.

Tabulka 3.1 Rozdělení zdrojů produkující znečišťující látky do skupin REZZO dle [22]

Označení	Název a druh	Popis
<b>REZZO 1</b>	velké stacionární zdroje znečišťování	stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu vyšším než 5 MW (velké elektrárny, spalovny a další bodové zdroje)
<b>REZZO 2</b>	střední stacionární zdroje znečišťování	stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu od 0,2 MW do 5 MW
<b>REZZO 3</b>	malé stacionární zdroje znečišťování	stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu nižším než 0,2 MW
<b>REZZO 4</b>	mobilní zdroje znečišťování	pohyblivá zařízení se spalovacími nebo jinými motory (zejména silniční motorová vozidla, železniční kolejová vozidla, plavidla a letadla)

Zákonem 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, který přichází v platnost od 1. ledna 2013, dochází ke změnám v právní úpravě podpory výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů a elektřiny z vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla. Tyto změny se týkají provozovatelů zařízení, kteří podléhají výše uvedeným informacím [23]:

1. Příjemci podpory výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů.

V důsledku přijetí zákona 165/2012 Sb. dochází k zániku stávajících smluvních vztahu mezi výrobcem a provozovatelem distribuční soustavy týkající se poskytování podpory výroby elektřiny. Smlouvy uzavřené s provozovateli příslušných distribučních soustav tedy automaticky ke dni 31. prosince 2012 zanikají. Z toho vyplývá a přichází v platnost [23]:

- I. Nárok na vyplacení podpory elektřiny za období do konce roku 2012 je podmíněn předáním podkladů k zaplacení výkupní ceny nebo zeleného bonusu příslušnému provozovateli distribuční sítě nejpozději do 5. ledna 2013 (jedná se o stejné podklady, které jsou předávány nyní, nebudou-li předány nejpozději do 28. února 2013, budou výrobci tento nárok muset uplatňovat již u operátora trhu),



- II. Budou-li nyní výrobci využívající podporu podléhající změnám uvedených v zákonu 165/2012 Sb. chtít využívat podporu ve formě výkupních cen, je nutno s účinností od 1. ledna 2013 uzavřít smlouvu o dodávce elektřiny s povinně vykupujícím (vzhledem k tomu, že MPO pro roky 2013 a 2014 neprovede výběr povinně vykupujícího, bude činnost povinně vykupujícího plnit provozovatel příslušné distribuční soustavy),
- III. Budou-li nyní výrobci využívající podporu podléhající změnám uvedených v zákonu 165/2012 Sb. chtít využívat podporu ve formě zelených bonusů, bude jim tato podpora hradit operátor trhu (tj. společnost založená státem, v případě zvolení tohoto druhu podpory je nutné od 1. ledna 2013 předávat naměřené hodnoty elektronickou formou přímo operátorovi trhu),
- IV. Forma podpory výroby elektřiny (výkupní cena nebo zelený bonus), kterou bude výrobce uplatňovat pro rok 2013, musí být zaregistrována v systému operátora trhu.

Výrobci, kteří pro rok 2013 zvolí formu podpory výroby elektřiny v režimu výkupních cen (nebo této formy podpory již využívají), mají povinnost kontaktovat příslušného provozovatele distribuční soustavy s požadavkem na uzavření nové smlouvy o dodávce elektřiny. Tuto novou smlouvu je nutné uzavřít do konce roku 2012 s účinností od 1. ledna 2013. [23]

Do konce ledna 2013 výrobci elektrické energie podléhající změnám uvedených v zákonu 165/2012 Sb. budou povinni získat zabezpečený přístup do systému operátora trhu. V systému budou moci kontrolovat a aktualizovat údaje o vlastních subjektech. [23]

2. Příjemci příspěvku k ceně elektřiny z kombinované výroby elektřiny a tepla nebo vyrobené z druhotných energetických zdrojů.

Stejně jako v předchozím případě i v tomto případě zaniká smluvní vztah založený smlouvou o podpoře výroby elektřiny s provozovatelem příslušné distribuční soustavy. Zvolenou formu registrované podpory ovšem výrobci nemusí hlásit, neboť podle zákona o podporovaných zdrojích energie je takto vyrobená elektřina podporovaná výhradně formou zeleného bonusu. [23]

Z důvodu snadnějšího přechodu a pochopení všech záležitostí související s přijetím nového zákona 165/2012 Sb. zasílá operátor trhu informační dokumenty ohledně systému pro výplatu podpory výroby z OZE všem výrobcům. Cílem těchto dokumentů je poskytnutí komplexních informací o tom, které kroky je nutné provést, aby bylo možné předávat výkazy o výrobě do systému OTE od roku 2013. V dokumentech je popsáno:

- získání přístupu do systému (nutná registrace společnosti a osoby s certifikátem, doporučuje se používat typ certifikátu komerční),
- registrace výrobce do systému (mohou nastat případy, že výrobce není u OTE vůbec registrován, výrobce je u OTE registrován jako RÚT, ale bez přístupu do systému, výrobce je u OTE registrován a již komunikuje s CS OTE),
- administrace vlastních dat (v systému CS OTE může mít vybraná osoba přiřazenou specifickou roli umožňující přihlášenému uživateli administraci vlastních dat nebo registrace dalších osob účastníka),
- aktuální informace (dokumenty pomáhající s prvním přechodem na nový systém podporovaných zdrojů energie, zřízena je také informační telefonní linka OTE).

### 3.4 Dotace na výrobu elektrické a tepelné energie

Dotace na výrobu elektrické a tepelné energie z biomasy se stanovují podle druhu biomasy používané jako palivo. Zákon 482/2005 Sb. o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy dělí biomasu na jednotlivé kategorie. Tato kategorizace biomasy je uvedena v příloze A. Provozovatelé zařízení mohou uplatňovat buď výkupní cenu, nebo zelený bonus.

Tabulka 3.2 Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě a zelené bonusy pro rok 2011, 2012 a 2013 dle [24], [25] a [26]

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě [Kč/MWh]			Zelené bonusy [Kč/MWh]		
	pro rok 2011 dle [24]	pro rok 2012 dle [25]	pro rok 2013 dle [26]	pro rok 2011 dle [24]	pro rok 2012 dle [25]	pro rok 2013 dle [26]
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 v nových výrobních elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2011	4 580	4 580	4 580	3 610	3 530	3 520
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 v nových výrobních elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2011	3 530	3 530	3 530	2 560	2 480	2 470
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 v nových výrobních elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2011	2 630	2 630	2 630	1 660	1 580	1 570
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	3 900	3 900	3 900	2 930	2 850	2 840
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	3 200	3 200	3 200	2 230	2 150	2 140
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	2 530	2 530	2 530	1 560	1 480	1 470
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy O1 ve stávajících výrobních	2 830	2 830	2 830	1 860	1 780	1 770
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy O2 ve stávajících výrobních	2 130	2 130	2 130	1 160	1 080	1 070
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy O3 ve stávajících výrobních	1 460	1 460	1 460	490	410	400
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S1 a fosilních paliv	-	-	-	1 370	1 370	1 350
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S2 a fosilních paliv	-	-	-	700	700	680
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S3 a fosilních paliv	-	-	-	10	10	20
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P1 a fosilních paliv	-	-	-	1 640	1 640	1 620
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P2 a fosilních paliv	-	-	-	970	970	950
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P3 a fosilních paliv	-	-	-	280	280	290

Výkupní ceny a zelené bonusy pro nadcházející rok za výrobu elektřiny z biomasy jsou každoročně stanovovány Energetickým regulačním úřadem na závěr kalendářního roku. V tabulce 3.2 jsou porovnány výkupní ceny a zelené bonusy pro rok 2011, 2012 a 2013. Výše příspěvků k ceně elektřiny z kombinované výroby elektřiny a tepla jsou uvedené v tabulce 3.3 postupně pro rok 2011, 2012 a 2013.

Tabulka 3.3 Tabulka výše příspěvků za KVET dle [24], [25] a [26]

Výroba elektřiny z kombinované výroby elektřiny a tepla	Výše příspěvku k ceně elektřiny [Kč/MWh]								
	Základní pásmo (24 hodin)			VT 8 hodin			VT 12 hodin		
	pro rok 2011 dle [24]	pro rok 2012 dle [25]	pro rok 2013 dle [26]	pro rok 2011 dle [24]	pro rok 2012 dle [25]	pro rok 2013 dle [26]	pro rok 2011 dle [24]	pro rok 2012 dle [25]	pro rok 2013 dle [26]
Výrobní s instalovaným výkonem do 1 MW včetně, s výjimkou výrobní využívající obnovitelné zdroje energie nebo spalující degazační plyn	590	590	590	1 820	1 630	1 590	1 340	1 150	1 190
Výrobní s instalovaným výkonem 1 MW až 5 MW včetně, s výjimkou výrobní využívající obnovitelné zdroje energie nebo spalující degazační plyn	500	500	500	1 440	1 250	1 220	1 060	870	890
Výrobní s instalovaným výkonem nad 5 MW včetně, s výjimkou výrobní využívající obnovitelné zdroje energie nebo spalující degazační plyn	45	45	45	-	-	45	-	-	45
Kombinovaná výroba elektřiny a tepla využívající obnovitelné zdroje energie nebo spalující degazační plyn	45	45	45	-	-	45	-	-	45

Provozovatelé zařízení na výrobu elektrické energie mohou čerpat i podporu za decentralní výrobu elektrické energie a to v případě, kdy elektrickou energii dodávají na určité napěťové hladině do okolní distribuční sítě. [27]

Tabulka 3.4 Bonus za decentralní výrobu elektřiny ve výrobně elektřiny připojené k určité napěťové hladině distribuční soustavy dle [27]

Bonus na decentralní výrobu elektřiny ve výrobně elektřiny připojené k určité napěťové hladině distribuční soustavy	Výše bonusu [Kč.MWh <sup>-1</sup> ] dle [27]
Bonus na decentralní výrobu elektřiny ve výrobně elektřiny připojené k napěťové hladině VVN distribuční soustavy	12
Bonus na decentralní výrobu elektřiny ve výrobně elektřiny připojené k napěťové hladině VN distribuční soustavy	14
Bonus na decentralní výrobu elektřiny ve výrobně elektřiny připojené k napěťové hladině NN distribuční soustavy	28

### 3.5 Výkaznictví

Každý provozovatel kogenerační jednotky je povinen podle velikosti vést tyto měsíční, čtvrtletní či roční výkazy [21]:

- měsíční výkaz o výrobě elektřiny ze zdrojů s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla,
- měsíční výkaz o spotřebě elektřiny výrobcem,
- výkazy pro Energetický regulační úřad,
- měsíční výkaz o dodávkách elektřiny, tepla, energetických bilancích a o palivech užitých na produkci elektřiny a tepla a další výkazy týkající se energetiky pro Ministerstvo průmyslu a obchodu,
- výkaz pro Český statistický úřad.

Provozovatel má zákonnou povinnost výše uvedené výkazy zasílat příslušným společnostem a orgánům. Konkrétně se tedy jedná o měsíční výkazy o výrobě a spotřebě pro příslušného provozovatele distribuční soustavy, pod kterou výrobce spadá. Dle nového zákona 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů (s účinností od 1. ledna 2013), bude výrobce tyto výkazy nově zasílat společnosti OTE. Čtvrtletní výkazy se zasílají na ERÚ a celoroční statistiky zaznamenávané výrobcem se posílají na ČSÚ a MPO.

## 4 ENERGETICKÁ BILANCE A NÁVRH UMÍSTĚNÍ KOGENERAČNÍ JEDNOTKY NA ROSTLINNÝ OLEJ

Význam energetické bilance spočívá především ve vzrůstající roli energetiky v dnešním světě a slouží pro vytváření podkladů k aktualizaci energetické koncepce státu a podkladů k hodnocení Návrhu Národního akčního plánu státu pro energii z obnovitelných zdrojů energie. [28]

Sestavení celkové energetické bilance je v podstatě vyvrcholením všech konečných energetických statistik za sledované období. V energetické bilanci jsou sledované komodity [28]:

- tuhá paliva (antracit, černé uhlí koksovateľné, černé uhlí energetické, hnědé uhlí, atd.),
- kapalná paliva (ropa, motorový benzín a nafta, topný a ostatní olej, atd.),
- plynná paliva (zemní plyn karboński, zemní plyn naftový, koksárenský plyn, atd.),
- energie (elektrická a tepelná).

Zpracování energetické bilance České republiky má na starosti Český statistický úřad. Ten pravidelně sleduje vývoj v oblasti energetiky pomocí dílčích statistik (výroba energií, těžby uhlí, dovoz ropy a mnoho dalších). Většinou se jedná o vzájemné propojení širokého spektra dat Českého statistického úřadu, Ministerstva průmyslu a obchodu a Energetického regulačního úřadu. [28]

### 4.1 Energetická bilance kogeneračních jednotek na rostlinný olej

Smysl kogenerace spočívá především ve snížení spotřeby primárních energetických zdrojů. Kogenerační jednotky nachází své uplatnění tam, kde je zapotřebí větší množství elektrické a tepelné energie, či popřípadě chlazení a klimatizace. Mezi nejčastější místa instalace kogeneračních jednotek patří hotely, penziony, obchodní domy, nemocnice, administrativní komplexy, školy, průmyslové areály a další.

Při návrhu kogeneračních jednotek je nutné mít na paměti, že jejich největší výhoda spočívá ve spotřebování vyrobených energií přímo v místě výroby. Tím v podstatě odpadají veškeré ztráty energií vznikající při transportu (v případě elektrické energie přenosové a distribuční soustavy, v případě tepla centrální zásobování tepla). Vzájemná provázanost výroby elektrické a tepelné energie ovšem znamená to, že je potřebné zajistit trvalý odběr energií a to především tepla. Přebytky elektrické energie je možné prodávat příslušným distribučním společnostem. To ovšem nese úskalí v oblasti provozování kogeneračních jednotek jakožto OZE. Nastává problém s podporou v režimu zeleného bonusu, kdy pro provozovatele využívající podporu formou zeleného bonusu je nevýhodné přetoky pouštět do okolní distribuční sítě. Z toho vyplývá, že při provozování kogeneračních jednotek na rostlinný olej jakožto OZE v režimu zeleného bonusu, je vhodné zajistit odběr veškeré elektrické energie přímo v místě výroby v dané lokalitě (objektu či areálu).

## 4.2 Úspory objektů s instalovanými kogeneračními jednotkami na rostlinný olej

Každý potenciální zájemce o kogenerační technologie má na výběr z několika možností. Důvod, proč kogeneračních jednotek v České republice stále přibývá, je jednoduchý. Možnost decentralizace výrobních zdrojů, konkrétně tedy obnovitelných zdrojů a kogeneračních jednotek, znamená díky dodávkám energií jednotlivým objektům přínos úspor. Na trhu existuje řada firem, nabízející různé možnosti instalace a provozování kogeneračních jednotek. Budoucí zákazník má na výběr mezi 2 základními možnostmi:

- zákazník kogenerační jednotku vlastní a provoz si řeší dle svého uvážení (buď to svépomocí, nebo pověřením specializovaných firem),
  - výhoda v tom, že zákazník má přehled o celém provozu a ekonomice KJ,
  - nevýhoda v tom, že zákazník může mít problémy s provozováním KJ,
- instalace a provoz kogenerační jednotky na klíč (zákazník pustí do svého objektu specializovanou firmu, která ani nemusí sama kogenerační jednotky vyrábět, na oplátku je mu smluvně potvrzena výše úspor za teplo a elektrickou energii a případně náhrada za obsazené prostory),
  - výhoda v tom, že zákazník nenese žádnou odpovědnost za navržené řešení a případné problémy s plněním provozních předpokladů,
  - nevýhoda v tom, že po podpisu smlouvy (většinou na dobu určitou) zákazník nemá žádné právo zasahovat do provozu KJ.

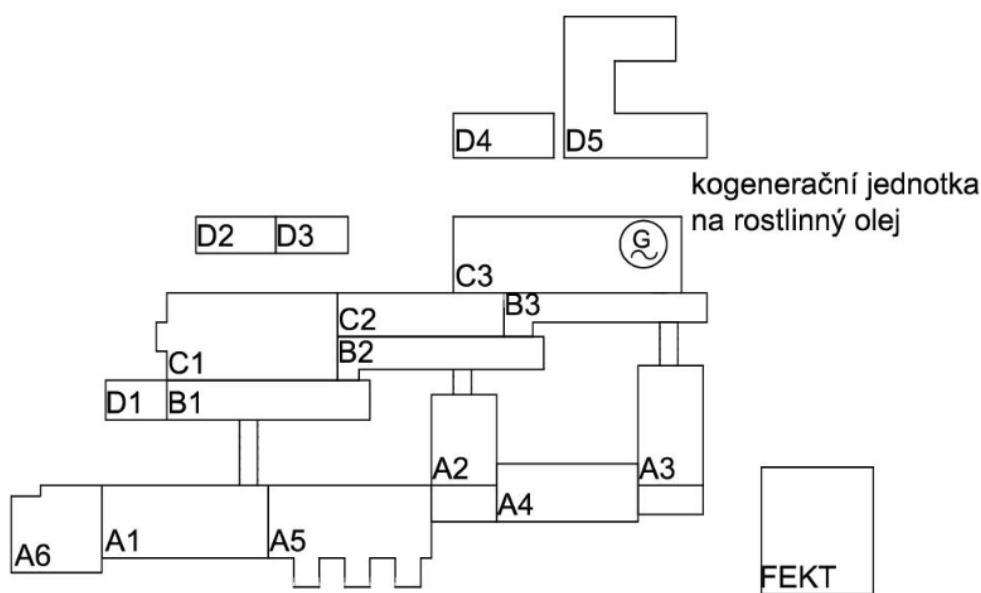
Mezi výhody kogenerace tedy obecně patří několik faktorů. Lze mezi ně řadit:

- úspora paliva - použití KJ k výrobě elektrické energie a tepla představuje značnou úsporu za palivové náklady,
- úspora nákladů na energie - ze stejného množství paliva lze získat téměř dvakrát tolik energie, kterou nejlépe zákazník spotřebuje sám nebo ji případně může prodávat,
- úspora nákladů na rozvod energií - za jednu z největších výhod lze považovat decentralizaci výroby, nevznikají tím ztráty způsobené rozvodem elektrické energie a dálkovým přenosem tepla,
- obnovitelné zdroje energie jako ekologické zdroje - úspora spotřeby fosilních paliv, v případě KJ provozovaných jako OZE se zvyšuje celkový podíl energie z OZE,
- KJ jako záložní zdroje - kogenerační jednotky mohou být obecně využívány i jako záložní zdroje energie a to především v místech, kde je potřeba nepřetržitě dodávky elektrické energie,
- v případě výběru KJ na klíč - úspora investice, úspora nákladů, odpadnutí problému s řešením provozu a servisu, společnost instalující a provozující KJ na klíč bývá většinou stabilní partner.

### 4.3 Návrh umístění kogenerační jednotky na rostlinný olej

V této kapitole je již popsán konkrétní příklad umístění kogenerační jednotky na rostlinný olej v České republice. Jedna z mála aplikací kogenerační technologie na rostlinný olej je instalována v areálu Vysokého učení technického v Brně, Fakulty strojního inženýrství.

Jedná se konkrétně o kogenerační jednotku na rostlinný olej se spalovacím motorem vyrobenou německou společností Seva Energie AG s typovým označením SEV-DE 170P. Na obrázku 4.1 lze vidět umístění kogenerační jednotky na rostlinný olej v budově s označením C3 v rámci areálu Fakulty strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně. [29]



Obrázek 4.1 Umístění kogenerační jednotky na rostlinný olej SEV-DE 170P dle [30]

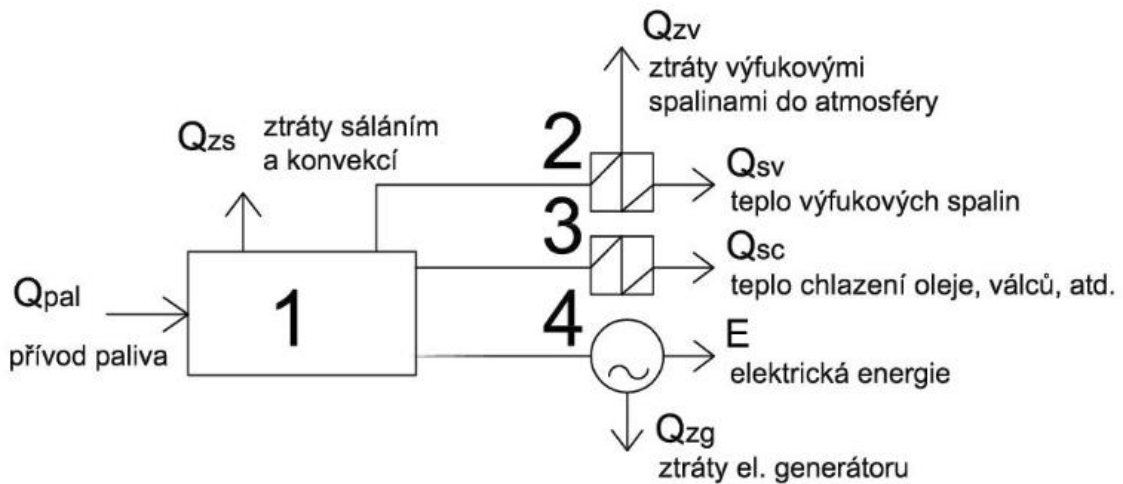
### 4.4 Obecné pravidla dimenzování pro umístování kogeneračních jednotek

Při návrhu umístění kogeneračních jednotek nejen na rostlinný olej je potřebné dodržovat několik zásad, bez kterých je téměř nemožné vytvořit životaschopný projekt. Jako hlavní zásady při návrhu kogeneračních jednotek lze uvést postupně:

- zpracování měsíčních a ročních odběrových diagramů tepla a elektrické energie (včetně 1/4 hodinových minim),
- rozvaha, jestli uvažovaný výkon kogenerační jednotky bude dodáván jedním větším agregátem nebo více agregáty s nižšími výkony,
- posouzení, jestli elektrická a tepelná energie budou spotřebovány uživatelem (v rámci daného objektu či areálu pro vlastní spotřebu, což je v podstatě nejvýhodnější situace) nebo jestli bude dodávána do veřejné rozvodné sítě,
- zpracování bilance vstupních a výstupních energetických toků (jedná se v podstatě o energetickou bilanci v rámci daného objektu či areálu),
- cenová analýza stávajících cen elektrické a tepelné energie.

## 4.5 Dimenzování a výpočet využití kogenerační jednotky na rostlinný olej v areálu vysokoškolského komplexu

V této kapitole je proveden výpočet maximálního možného množství vyráběné elektrické a tepelné energie kogenerační jednotkou na rostlinný olej SEV-DE 170P při jejím plném vytížení. Technická data tohoto zařízení jsou již uvedeny na straně 33 v tabulce 2.4. Jmenovitý elektrický výkon je 170 kW a celkový tepelný výkon 172 kW. Ačkoliv jmenovitý elektrický výkon zařízení činí 170 kW, je nutno odečíst vlastní spotřebu zařízení. Ta u mikro-kogenerace bývá rozmezí 3 % až 5 %, což je v přepočtu cca 5 kW. Spotřeba paliva při jmenovitém výkonu je  $41,5 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$  při minimální výhřevnosti paliva  $36 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$  (dle normy DIN51605). Schéma kogenerační jednotky se spalovacím motorem SEV-DE 170P je znázorněno na obrázku 4.2, kde číslem 1 je označen spalovací motor (s typovým označením Deutz BF6M 1015C), číslem 2 spalínový výměník, číslem 3 výměník tepla mezi chladicí a topnou vodou a číslem 4 elektrický generátor.



Obrázek 4.2 Zjednodušené principiální schéma kogenerační jednotky SEV-DE 170P se spalovacím motorem

Dle technických dat uvedených v tabulce 2.4 na straně 33 lze určit elektrickou účinnost  $\eta_e$ , tepelnou účinnost  $\eta_t$  a celkovou tepelnou účinnost  $\eta_{tc}$  kogenerační jednotky SEV-DE 170P:

$$\eta_e = \frac{E}{Q_{pal}} = \frac{170}{423} = 40,2 \% \quad (4.1)$$

$$\eta_t = \frac{Q_{sc} + Q_{sv}}{Q_{pal}} = \frac{81 + 91}{423} = 40,7 \% \quad (4.2)$$

$$\eta_{tc} = \frac{E + Q_{sc} + Q_{sv}}{Q_{pal}} = \frac{170 + 81 + 91}{423} = 80,9 \% \quad (4.3)$$



Teplárenský modul, jenž se značí symbolem  $e$ , je jeden z nejdůležitějších ukazatelů kogeneračních zařízení. Pro kogenerační jednotku SEV-DE 170P se vypočítá dle vztahu (4.4), jako podíl vyrobené elektrické a tepelné energie:

$$e = \frac{E}{Q} = \frac{170 \text{ kW}}{172 \text{ kW}} = 0,9884 \quad (4.4)$$

Při dimenzování je důležitý také tzv. teplárenský součinitel. Kogenerační jednotka se dimenzuje vždy jen na část maximální potřeby tepla, optimálně má být teplárenský součinitel vždy menší než 1. Značí se symbolem  $\alpha$  a je to podíl tepla dodávaného kogenerační jednotkou  $Q$  a maximální spotřeby tepla  $Q_{max}$ . Pro kogenerační jednotku SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně je určen vztahem (4.5):

$$\alpha = \frac{Q}{Q_{max}} = \frac{4577 \text{ GJ}}{22952 \text{ GJ}} = 0,1994 \quad (4.5)$$

Tabulka 4.1 Měsíční a roční množství vyrobené elektrické energie a tepla kogenerační jednotkou na rostlinný olej SEV-DE 170P

El. výkon	Tep. výkon	Spotřeba paliva	Hodin provoz. denně	Dní provoz. měsíčně	Měsíců provoz. ročně	Měsíční bilance			Roční bilance		
						Výroba		Spotřeba paliva	Výroba		Spotřeba paliva
						El. energie	Teplo		El. energie	Teplo	
[kW]	[kW]	[kg.hod <sup>-1</sup> ]	[hod]	[dny]	[měsíců]	[MWh]	[GJ]	[t]	[MWh]	[GJ]	[t]
165	172	41,5	22	28	12	101,64	381,43	25,56	1 219,68	4 577,13	306,77

V tabulce 4.1 lze vidět, že KJ SEV-DE 170P je měsíčně schopna vyrobit téměř 102 MWh elektrické energie a 381 GJ tepla, ročně tedy celkem až 1 220 MWh elektrické energie a 4580 GJ tepla.

V tabulce 4.2 jsou nyní uvedené měsíční spotřeby elektrické a tepelné energie Fakulty strojního inženýrství. Z těchto dat jsou následně určeny průměrné a minimální měsíční spotřeby, ze kterých bylo vycházeno při návrhu kogenerační jednotky SEV-DE 170P pro daný areál. Výpočty při analýze spotřeb energií a ověření výkonové vhodnosti KJ SEV-DE 170P v daném areálu byly provedeny pomocí programu MS Excel. V případě elektrické energie problém nenastal žádný a to proto, že 1/4 hodinová minima téměř nikdy neklesla pod dodávaných 170 kW, respektive 165 kW. V případě tepla byla situace již složitější. Během zimních měsíců (listopad, prosinec, leden, únor, březen), kdy vysokoškolský areál je v plném provozu a probíhá topná sezóna, problém nenastal. Vyvedení tepelného výkonu si ovšem vyžádalo částečnou rekonstrukci hlavního páteřního rozvodu tepla FSI VUT v Brně. V případě topné sezóny KJ SEV-DE 170P nahřívá topnou vodu jdoucí vratkou páteřního rozvodu do hlavní výměňkové stanice umístěné na hranici budov s označením A1 a A5. Předá tím pádem veškerou svou vyrobenou tepelnou energii. Zbytek potřebné tepelné energie FSI VUT v Brně je dodáván městskou teplárnou. V případě ukončení topné sezóny dochází k přechodu režimu v hlavní výměňkové stanici, kdy KJ SEV-DE 170P je plně využívána k nahřívání teplé užitkové vody. Problém ovšem nastává v letních měsících, kdy vysokoškolský areál je v období prázdnin

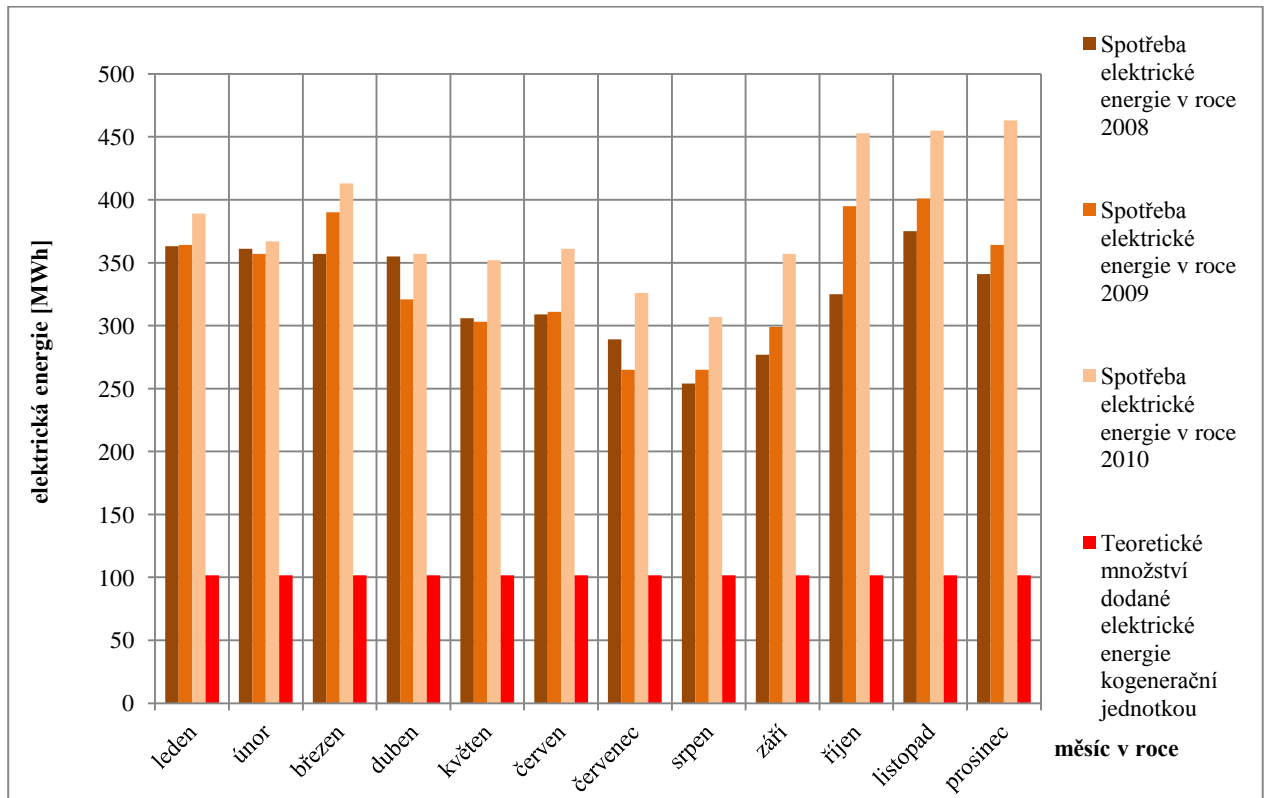
(červen, červenec, srpen) a nahřívání TUV pouze pomocí samotné KJ SEV-DE 170P probíhá velmi rychle. Čas od času se stane, že KJ SEV-DE 170P nahřeje TUV tak rychle, že část tepla musí být mařena nouzovými ventilátory, které jsou umístěné na střeše budovy C3. V přechodných měsících (duben, květen, září, říjen), kdy se částečně topí, problém s mařením tepla nouzovými ventilátory téměř nenastává.

Tabulka 4.2 Spotřeby elektrické energie a tepla Fakulty strojního inženýrství Vysokého učení technické v Brně za rok 2008, 2009 a 2010 dle [32]

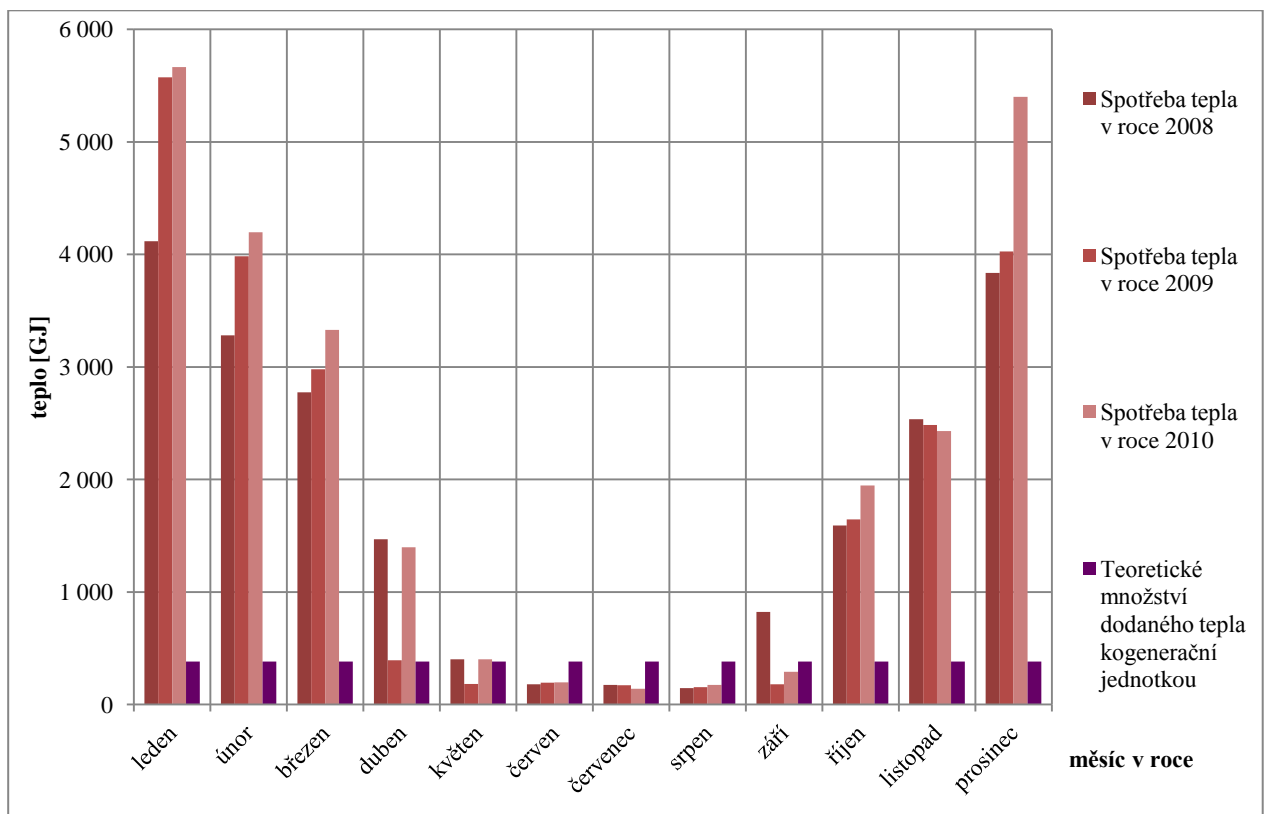
Rok	2008		2009		2010		průměrné spotřeby		minimální spotřeby	
	elektrina	Teplo	elektrina	teplo	elektrina	teplo	elektrina	teplo	elektrina	teplo
	[MWh]	[GJ]	[MWh]	[GJ]	[MWh]	[GJ]	[MWh]	[GJ]	[MWh]	[GJ]
leden	363	4 118	364	5 574	389	5 664	372	5 119	363	4 118
únor	361	3 281	357	3 985	367	4 196	362	3 821	357	3 281
březen	357	2 775	390	2 980	413	3 329	387	3 028	357	2 775
duben	355	1 469	321	393	357	1 397	344	1 086	321	393
květen	306	401	303	183	352	401	320	328	303	183
červen	309	178	311	193	361	197	327	189	309	178
červenec	289	175	265	170	326	140	293	162	265	140
srpen	254	144	265	153	307	175	275	157	254	144
září	277	823	299	180	357	289	311	431	277	180
říjen	325	1 591	395	1 644	453	1 947	391	1 727	325	1 591
listopad	375	2 534	401	2 484	455	2 431	410	2 483	375	2 431
prosinec	341	3 835	364	4 025	463	5 402	389	4 421	341	3 835
celkem	<b>3 912</b>	<b>21 324</b>	<b>4 035</b>	<b>21 964</b>	<b>4 600</b>	<b>25 568</b>	<b>4 182</b>	<b>22 952</b>	<b>3 847</b>	<b>19 249</b>

Z tabulky 4.1 a tabulky 4.2 je následně zobrazen graf na obrázku 4.3, respektive graf na obrázku 4.4. Z obrázku 4.3 si lze všimnout, že i kdyby kogenerační jednotka byla provozována téměř nepřetržitě, dodá v každém měsíci maximálně třetinu celkově spotřebované elektrické energie. Z obrázku 4.4 lze vyčíst několik informací. Především to, že v zimních měsících je pochopitelně potřeba tepla několikrát násobně větší než v letních.

Dle vyhlášky číslo 194/2007 ministerstva průmyslu a obchodu [31], v níž jsou vymezeny topné období, vyplývá, že lze topit i mimo topnou sezónu za předpokladu, že průměrná teplota dvou po sobě jdoucích dní klesne pod 13°C.



Obrázek 4.3 Spotřeby elektrické energie v letech 2008, 2009 a 2010 Fakulty strojního inženýrství a teoretické množství dodané elektrické energie kogenerační jednotkou SEV-DE 170P



Obrázek 4.4 Spotřeby tepla v letech 2008, 2009 a 2010 Fakulty strojního inženýrství a teoretické množství dodaného tepla kogenerační jednotkou SEV-DE 170P

V tabulce 4.3 je nyní uveden přehled měsíčních spotřeb elektrické energie a tepla v areálu FSI VUT v Brně. Zohledněna je již situace s instalovanou KJ SEV-DE 170P. Nevychází se pro každý rok zvlášť, ale z průměrných a minimálních spotřeb jednotlivých energií za poslední sledované roky.

Tabulka 4.3 Přehled měsíčních spotřeb elektrické energie a tepla areálu FSI VUT v Brně, včetně situace se zahrnutím dodávek KJ SEV-DE 170P

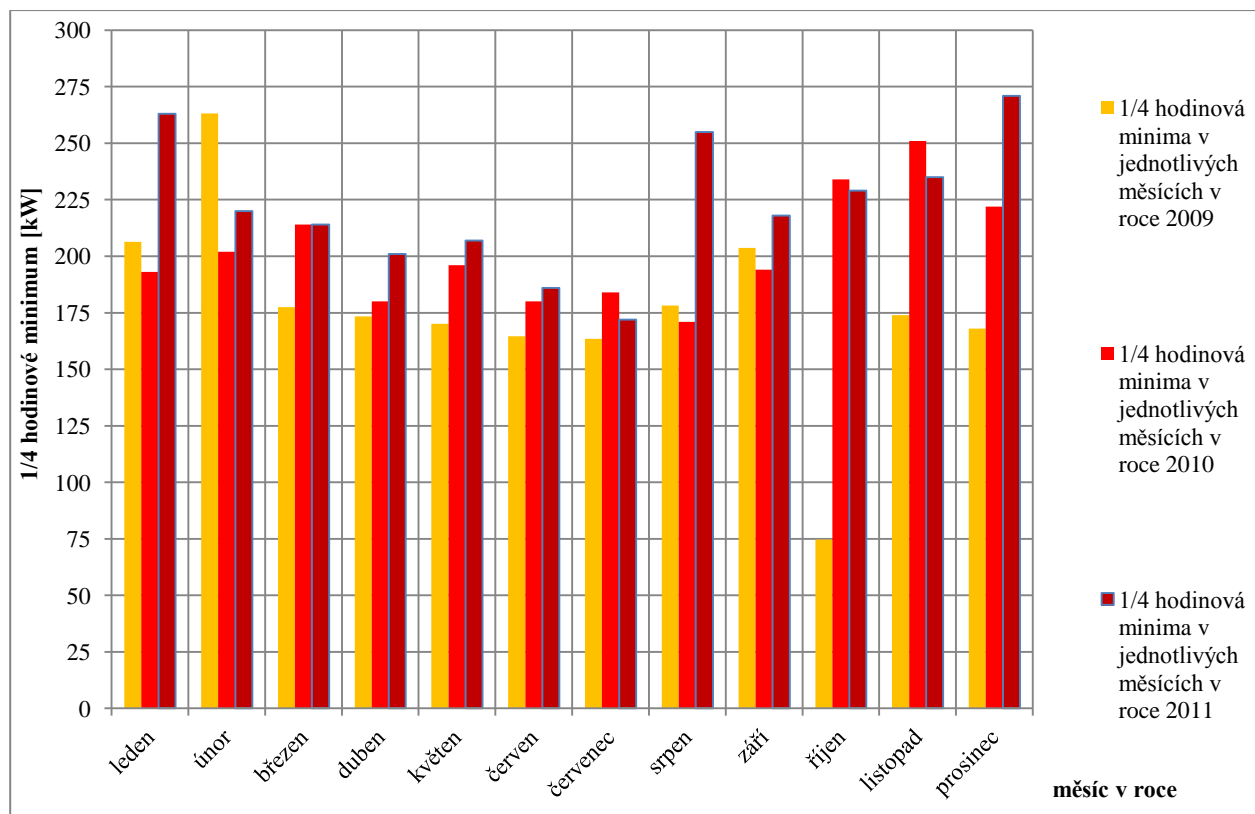
Měsíc	průměrné spotřeby s instalovanou KJ		minimální spotřeby s instalovanou KJ		dodávka KJ SEV-DE 170P		průměrné spotřeby bez KJ		minimální spotřeby bez KJ	
	elektřina	teplo	elektřina	teplo	elektřina	teplo	elektřina	teplo	elektřina	teplo
	[MWh]	[GJ]	[MWh]	[GJ]	[MWh]	[GJ]	[MWh]	[GJ]	[MWh]	[GJ]
leden	372	5 119	363	4 118	102	381	270	4 737	261	3 737
únor	362	3 821	357	3 281	102	381	260	3 439	255	2 900
březen	387	3 028	357	2 775	102	381	285	2 647	255	2 394
duben	344	1 086	321	393	102	381	243	705	219	12
květen	320	328	303	183	102	183	219	0	201	0
červen	327	189	309	178	102	178	225	0	207	0
červenec	293	162	265	140	102	140	192	0	163	0
srpen	275	157	254	144	102	144	174	0	152	0
září	311	431	277	180	102	180	209	251	175	0
říjen	391	1 727	325	1 591	102	381	289	1 346	223	1 210
listopad	410	2 483	375	2 431	102	381	309	2 102	273	2 050
prosinec	389	4 421	341	3 835	102	381	288	4 039	239	3 454
<b>celkem</b>	<b>4 182</b>	<b>22 952</b>	<b>3 847</b>	<b>19 249</b>	<b>1 220</b>	<b>3 495</b>	<b>2 963</b>	<b>19 265</b>	<b>2 627</b>	<b>15 754</b>

Z tabulky 4.3 vyplývá, že dodávka tepelné energie je tedy vždy bezproblémová v topné sezóně a v přechodném období taktéž. Největší problém s odběrem tepla z kogenerační jednotky SEV-DE 170P nastává v létě. V případě nemožnosti dodávat již další teplo do systému FSI VUT v Brně má kogenerační jednotka SEV-DE 170P vyvedeno nouzové chlazení. Dochází tedy částečně k maření vyrobené tepelné energie. Jako jedno z nejlepších řešení, jak těmto ztrátám předcházet, je možnost akumulace tepelné energie. Otázkou tedy je, jestli zařízení nechávat v provozu nepřetržitě každý den na plném výkonu a část vyrobeného tepla tedy mařit nebo ho nechávat v provozu na částečném výkonu tak, aby byl zajištěn odběr veškerého vyrobeného tepla, či zařízení provozovat jen v období největší poptávky po teple.

V tabulce 4.4 jsou uvedeny celkové spotřeby elektrické energie za jednotlivé měsíce v letech 2009, 2010 a 2011 a 1/4 hodinová maxima a minima. Pro každý měsíc v daném roce je uvedeno největší a nejmenší naměřené 1/4 hodinové maximum, respektive minimum. V příloze B je uveden průběh celého jednoho konkrétního roku (2009), kde jsou pro každý měsíc uvedené naměřené hodnoty během každého dne v daném měsíci.

Tabulka 4.4 Přehled spotřeby elektrické energie areálu FSI VUT v Brně, včetně jednotlivých uvedených 1/4 hodinových maxim a minim odběrů dle [32]

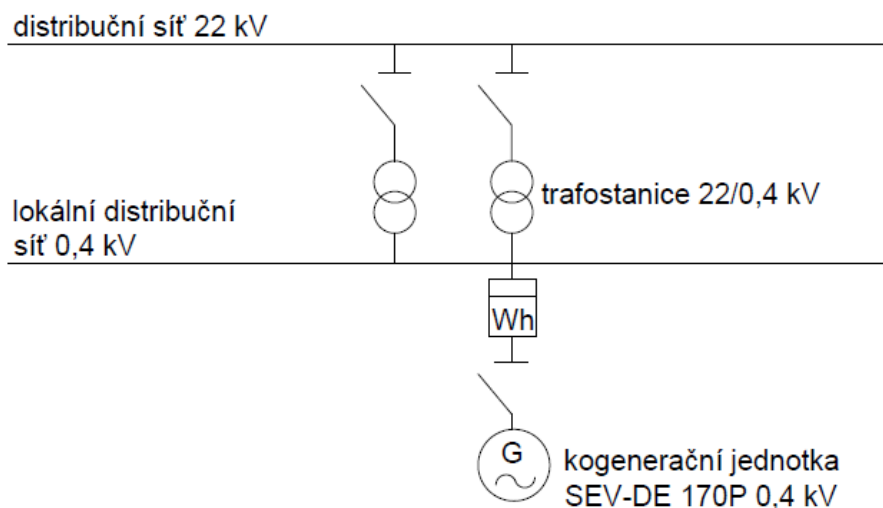
kalendářní měsíc v roce	spotřeba [kWh]	1/4hod max [kW]	1/4 hod min [kW]	spotřeba [kWh]	1/4hod max [kW]	1/4 hod min [kW]	spotřeba [kWh]	1/4hod max [kW]	1/4 hod min [kW]
	rok 2009			rok 2010			rok 2011		
leden	364 142	1 140	206	388 588	1 146	193	482 346	1 480	263
únor	356 648	1 200	263	367 132	1 202	202	453 904	1 436	220
březen	389 647	1 292	177	413 302	1 287	214	447 341	1 308	214
duben	321 445	1 084	173	356 980	1 222	180	411 156	1 288	201
květen	303 327	955	170	351 533	1 245	196	385 359	1 244	207
červen	310 634	1 052	165	361 133	1 250	180	377 499	1 204	186
červenec	265 257	888	163	325 897	1 236	184	269 197	912	172
srpen	264 997	836	178	307 285	1 086	171	221 537	1 638	255
září	298 924	1 048	204	357 384	1 248	194	295 891	1 164	218
říjen	394 712	1 216	75	453 446	1 440	234	372 204	1 356	229
listopad	401 011	955	174	454 968	1 452	251	445 477	1 364	235
prosinec	363 902	1 244	168	462 896	1 446	222	324 945	1 448	271



Obrázek 4.5 1/4 hodinová minima v jednotlivých měsících v letech 2009, 2010 a 2011

Kogenerační jednotka na rostlinný olej SEV-DE 170P umístěna v areálu FSI VUT v Brně má elektrický výkon vyvedený do jednoho pole trafostanice cca 150 metrů vzdálené. Je provozována paralelně se sítí. V případě jejího prostoje je veškerá energie potřebná pro areál FSI VUT v Brně odebírána klasicky z distribuční sítě. Celkový dodávaný elektrický výkon kogenerační jednotkou

SEV-DE 170P činí cca 165 kW (již bez vlastní spotřeby). Dle tabulky 4.4, kde jsou zobrazena jednotlivá 1/4 hodinová minima pro každý měsíc v daném roce, lze vyčíst to, že pod dodávaný elektrický výkon kogenerační jednotkou 1/4 minima klesly jen velmi zřídka. Je navíc pochopitelné, že čas od času může nastat výpadek elektrického proudu, který následně znehodnotí průběhová měření 1/4 maxim a minim. Z těchto dat je tedy usouzeno, že výkon kogenerační jednotky SEV-DE 170P je vhodný pro použití v areálu FSI VUT v Brně. Podrobný rozbor jednotlivých 1/4 hodinových minima a maxima vybraného roku je uveden v příloze B.



Obrázek 4.6 Zjednodušené principiální schéma zapojení KJ SEV-DE 170P do lokální distribuční sítě FSI VUT v Brně

Na obrázku 4.6 lze vidět schematické zapojení KJ na rostlinný olej SEV - DE 170P do lokální distribuční sítě. Na vývodu elektrického výkonu je umístěn klasický 4kvadrantový elektroměr, který zaznamenává jednak vyrobenou elektrickou energii a jednak spotřebovanou elektrickou energii pro vlastní spotřebu kogenerační jednotky.

Tabulka 4.5 Seznam komponent kogenerační jednotky SEV-DE 170P zahrnutých pro vlastní spotřebu zařízení dle [19]

Komponenta	Příkon [kW]
čerpadlo chlazení motoru	0,8
směšovací čerpadlo chlazení motoru	0,6
pomocné čerpadlo tepelného výkonu	0,8
ventilátor přívodu vzduchu do strojovny	2,2
ventilátor výstupu vzduchu ze strojovny	2,2
ventilátor nouzového chlazení	2
směšovací ventilátor nouzového chlazení	0,7
čerpadlo přívodu rostlinného oleje	0,55
ovládací panely	0,1
osvětlení strojovny a ostatní příslušenství	0,1
<b>celkem</b>	<b>10,05</b>

V tabulce 4.5 jsou uvedeny komponenty kogenerační jednotky, které jsou zahrnuty do vlastní spotřeby zařízení. Při využití všech zařízení celkový součtový příkon činí 10,05 kW. Vzhledem k tomu, že v naprosté většině doby jsou čerpadla a ventilátory využívány vždy jen na částečný výkon a že některé navíc nejsou využívány téměř vůbec, uvažuje se rezerva pro vlastní spotřebu zhruba poloviční, tedy cca 5 kW.

V tabulce 4.6 jsou nyní přehledně uvedené minimální množství dodané elektrické a tepelné energie na základě vstupních dat (vychází se vždy z minimálních spotřeb elektrické a tepelné energie v areálu FSI VUT v Brně za poslední 3 roky). Tabulka 4.6 je zároveň použita jako stěžejní pro výpočty ekonomických variant provozu KJ SEV-DE 170P, které jsou řešeny v následující kapitole. Jeden sloupec tabulky je zároveň věnován informaci ohledně spotřeby rostlinného oleje pro provoz KJ SEV-DE 170P v daném měsíci.

*Tabulka 4.6 Minimální dodané množství měsíční a roční výroby elektrické a tepelné energie KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně*

Měsíc	Minimální dodávky energií KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně		Spotřeba paliva
	Elektrická energie	Tepelná energie	
	[MWh]	[GJ]	[t]
leden	102	381	25,56
únor	102	381	25,56
březen	102	381	25,56
duben	102	381	25,56
květen	102	183	25,56
červen	102	178	25,56
červenec	102	140	25,56
srpen	102	144	25,56
září	102	180	25,56
říjen	102	381	25,56
listopad	102	381	25,56
prosinec	102	381	25,56
<b>celkem</b>	<b>1 220</b>	<b>3 495</b>	<b>306,77</b>

## 5 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ PROVOZU KOGENERAČNÍ JEDNOTKY NA ROSTLINNÝ OLEJ

V této kapitole je vyhodnocen konkrétní návrh umístění kogenerační jednotky na rostlinný olej z ekonomického hlediska. Stejně jako u všech technologií, je podstatný i pro provoz kogenerační jednotky na rostlinný olej důkladný propočet ekonomického hospodaření a s tím i přímo spojená doba návratnosti investice. Jsou zde rozděleny finanční náklady a metody, které se používají pro hodnocení ekonomické efektivity. Nastíněn je i způsob výpočtu daňových odpisů (včetně odpisových skupin).

### 5.1 Hodnocení efektivity investic a ziskovosti

Nejprve je potřebné zavést několik specializovaných pojmů, které se běžně v rámci posuzování hodnocení efektivity investic a ziskovosti používají. Investiční rozhodování je v podstatě volba nejvhodnějšího investičního projektu mezi jednotlivými návrhy. Dá se říci, že je to vlastně model reálné ekonomické situace. Peněžní tok neboli cash flow se dá charakterizovat jako pohyb peněžních prostředků během sledovaného období, jenž zachycuje celkovou platbu za sledované období (kde příjmy jsou uvažovány s kladným znaménkem a výdaje jsou uvažovány se záporným znaménkem). Běžně lze dělení kritérií investičního rozhodování dělit dle [33]:

- výnosnosti projektu,
- rizikovosti projektu,
- likvidity projektu.

Metody hodnocení efektivity investic lze běžně dělit buď s ohledem na zohlednění faktoru času (statické metody nerespektující faktor času nebo dynamické metody respektující faktor času) nebo s ohledem podle pojetí efektu z investice (nákladové metody, ziskové metody a příjmové metody). [33]

#### 5.1.1 Metoda průměrných ročních nákladů (Annual cost)

Tato metoda patří do metod statických. Pozornost je upřena především na relativní efektivity variant investičních projektů. Nejvhodnější je ta s nejnižšími průměrnými ročními náklady. [33]

$$AC = N_{odp} + i \cdot K_i + N_p \quad (\text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}; \text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}, \% \cdot \text{r}^{-1}, \text{Kč}, \text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}) \quad (5.1)$$

Dle literatury [33] symbol  $AC$  značí průměrné roční náklady, symbol  $N_{odp}$  značí roční odpisy, symbol  $i$  značí roční úrokovou míru (požadovanou výnosnost investice),  $K_i$  značí pořizovací náklady a  $N_p$  značí roční provozní náklady.



### 5.1.2 Metoda diskontovaných nákladů (Discounted cost)

Tato metoda patří do metod dynamických. Pozornost je upřena především na souhrn všech nákladů variant za celou předpokládanou dobu životnosti. [33]

$$DC = K_i + N_p^A \quad (\text{Kč; Kč, Kč}) \quad (5.2)$$

Dle literatury [33] symbol  $DC$  značí průměrné diskontované náklady, symbol  $K_i$  značí pořizovací náklady a symbol  $N_p^A$  značí součet diskontovaných ročních provozních nákladů. Roční náklady se vztahují ke stejnému okamžiku v čase. Za tento okamžik se uvažuje zahájení provozu. Roční náklady mohou být konstantní, to lze pak využít pro aktualizaci pomocí zásobitele. Aktualizované diskontované náklady představují takovou částku, která by byla zapotřebí po celou uvažovanou dobu životnosti projektu. Platí vztah (5.3). Symbolem  $N_p$  jsou označeny roční provozní náklady, symbol  $R_n$  je zásobitel,  $q$  je úročitel,  $i$  značí roční úrokovou míru a symbol  $n$  značí dobu odpisování. [33]

$$N_p^A = N_p \cdot R_n = N_p \cdot \frac{1}{q^n} \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1} = N_p \cdot \frac{1}{(1+i)^n} \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i) - 1} \quad (\text{Kč}) \quad (5.3)$$

### 5.1.3 Metoda čisté současné hodnoty (Net present value)

Tato metoda patří do metod dynamických. Jedná se v podstatě o rozdíl mezi celkovými aktualizovanými příjmy a pořizovacími náklady. [33]

$$NPV = \sum_{j=1}^n \frac{P_j}{(1+i)^j} - K_i \quad (\text{Kč; r, Kč} \cdot r^{-1}, \% \cdot r^{-1}, \text{Kč}) \quad (5.4)$$

Dle literatury [33] symbol  $NPV$  značí čistou současnou hodnotu, symbol  $n$  dobu životnosti, symbol  $P_j$  značí peněžní příjem z investice v  $j$ -tém roce životnosti, symbol  $i$  značí roční úrokovou míru (požadovanou výnosnost investice) a symbol  $K_i$  značí pořizovací náklady. Dle literatury [33] se peněžní příjem určí ze vztahu:

$$P_j = Z_{aj} + N_{odpj} \quad (\text{Kč} \cdot r^{-1}; \text{Kč} \cdot r^{-1}, \text{Kč} \cdot r^{-1}) \quad (5.5)$$

Obecně platí, že nejvýhodnější je varianta s nejvyšší hodnotou  $NPV$  (je-li  $NPV > 0$ , investiční projekt je efektivní a zajišťuje požadovanou výnosnost, je-li ovšem  $NPV < 0$ , investiční projekt nezajišťuje požadovanou výnosnost). [33]

### 5.1.4 Metoda indexu ziskovosti (Profitability index)

U metody čisté současné hodnoty se hodnotí i index ziskovosti značený symbolem  $PI$ , který se určí dle vztahu (5.6). Platí, že nejvýhodnější je varianta s nejvyšší hodnotou  $PI$  (je-li  $PI > 1$ , investiční projekt je přijatelný, je-li  $PI < 1$ , investiční projekt je nepřijatelný). [33]

$$PI = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{P_j}{(1+i)^j}}{K_i} \quad (1; r, \text{Kč} \cdot r^{-1}, \% \cdot r^{-1}, \text{Kč}) \quad (5.6)$$

### 5.1.5 Metoda vnitřního výnosového procenta (Internal rate of return)

Maximální úroková míra, kdy investiční projekt ještě není ztrátový, lze označit za vnitřní výnosové procento označované symbolem  $IRR$  (je-li vnitřní výnosové procento vyšší než úroková míra  $i$ , značí to, že projekt je ještě ekonomicky výhodný). Obecně platí, že nejvýhodnější varianta je s nejvyšším vnitřním výnosovým procentem. [33]

$$\sum_{j=1}^n \frac{P_j}{(1+IRR)^j} = K_i \quad (\text{Kč} \cdot r^{-1}, \% ; \text{Kč}) \quad (5.7)$$

### 5.1.6 Metoda průměrné výnosnosti (Average rate of return)

Tato metoda patří do metod statických. Jedná se v podstatě o roční zisk označovaným symbolem  $Z_d$  za jednotku pořizovacích nákladů. Průměrná výnosnost je značena symbolem  $ARR$ . [33]

$$ARR = \frac{Z_d}{K_i} \quad (r^{-1}; \text{Kč} \cdot r^{-1}, \text{Kč}) \quad (5.8)$$

### 5.1.7 Metoda doby návratnosti (Payback period)

Tato metoda opět patří mezi metody statické. Doba návratnosti je počet let, za která peněžní příjmy dosáhnou hodnoty počáteční investice (v podstatě dojde ke splacení). Doba návratnosti je značena symbolem  $PB$ . [33]

$$PB = \frac{K_i}{Z_d + N_{odp}} \quad (r; \text{Kč}, \text{Kč} \cdot r^{-1}, \text{Kč} \cdot r^{-1}) \quad (5.9)$$

### 5.1.8 Metoda reálné doby návratnosti (Real payback period)

Tato metoda patří mezi dynamické metody. Vyjadřuje dobu splacení investice při uvažování diskontní sazby. Značí se symbolem  $RDN$  a vypočítá se z podmínky dle vztahu (5.10). Symbol  $P_j^A$  značí aktualizovaný peněžní příjem v  $j$ -tém roce a symbol  $K_i$  značí investiční náklady. Hodnota  $RDN$  udává celkový počet let splacení investice. [34]

$$\sum_{j=1}^{RDN} P_j^A - K_i = 0 \quad (\text{Kč} \cdot r^{-1}, \text{Kč}) \quad (5.10)$$

## 5.2 Diskontní sazba

Pojem diskontní sazba je využíván jednak v makroekonomii a jednak v podnikové ekonomii. V podnikové ekonomii se diskontní sazba využívá pro přepočítání budoucích toků peněz na současnou hodnotu. V úvahu bere faktor času a rizika a představuje požadovanou míru výnosnosti. Dá se říci, že diskontní sazba vyjadřuje minimální míru výnosnosti. Její výše se stanovuje tehdy, když jsou využívány dynamické metody hodnocení efektivnosti investic. [36]

Na začátku je nutno zvážit jestli do peněžních příjmů bude zahrnut i vliv inflace. V každém případě je ovšem nutné dodržet základní kritéria. Mezi něž patří jednoznačné uvedení, zda je počítáno v nominální (bez inflace) nebo reálné (s inflací) podobě, počítání v jednotné podobě a ve stejné podobě jako při výpočtu se musí uvažovat i s diskontní sazbou. [36]

Diskontní sazba WACC (Weighted Average Cost of Capital) značí vážený průměr nákladů na kapitál. WACC se vypočítá dle vztahu (5.11), kde symbolem  $r_d$  je značena úroková sazba za poskytnutý cizí kapitál, symbolem  $r_e$  jsou značeny náklady na vlastní kapitál, symbolem  $t_d$  sazba daně z příjmu, symbolem  $D_{WACC}$  je značena tržní hodnota úročených cizích zdrojů, symbolem  $E_{WACC}$  tržní hodnota vlastního jmění, symbolem  $T_{WACC}$  je značena celková bilanční suma. [36]

$$WACC = (1 - t_d) \cdot r_d \cdot \frac{D_{WACC}}{T_{WACC}} + r_e \cdot \frac{E_{WACC}}{T_{WACC}} \quad (\%; 1, \%, \text{Kč}, \text{Kč}, \%, \text{Kč}, \text{Kč}) \quad (5.11)$$

Symbol  $r_d$  zahrnuje součet bezrizikové úrokové sazby a dluhové prémie. Symbol  $r_e$  zahrnuje bezrizikovou úrokovou sazbu a tržní rizikovou přírážku. [36]

## 5.3 Náklady

Náklady lze rozdělit do dvou skupin. První skupinu tvoří náklady závislé na množství produkované výroby. Ty se dále rozlišují na stále náklady (tzv. fixní) a na proměnné náklady (tzv. variabilní). Mezi fixní náklady patří úroky, odpisy, náklady na údržbu, atd. Mezi proměnné náklady patří například náklady na materiál. Druhou skupinu tvoří náklady závislé na způsobu vynakládání. Ty se dále rozlišují na jednorázové náklady a trvalé náklady. Mezi jednorázové náklady patří pořizovací náklady a mezi trvalé náklady, čili opakující se náklady, patří roční náklady (výrobní a provozní). [33]

Roční výrobní náklady značené symbolem  $N$  lze určit ze vztahu (5.12). Symbolem  $N_{pr}$  jsou označené proměnné náklady, symbolem  $N_{údr}$  náklady na údržbu, symbolem  $N_{úr}$  náklady na úroky a symbolem  $N_{odp}$  odpisy.

$$N = N_{pr} + N_{údr} + N_{úr} + N_{odp} \quad (\text{Kč} \cdot r^{-1}; \text{Kč} \cdot r^{-1}) \quad (5.12)$$

Úroky, odpisy a náklady na údržbu patří do tzv. stálých nákladů. Lze je jednoduše odvodit z pořizovací ceny zařízení, která je označována symbolem  $K_i$ . Symbolem  $p_{údr}$  je označováno procento údržby, symbolem  $p_{úr}$  procento úroku a symbolem  $p_{odp}$  odpisové procento. [33]

$$N_{údr} = \frac{p_{údr}}{100} \cdot K_i \quad (\text{Kč} \cdot r^{-1}; \% \cdot r^{-1}, \text{Kč}) \quad (5.13)$$

$$N_{úr} = \frac{p_{úr}}{100} \cdot K_i \quad (\text{Kč} \cdot r^{-1}; \% \cdot r^{-1}, \text{Kč}) \quad (5.14)$$

$$N_{odp} = \frac{p_{odp}}{100} \cdot K_i \quad (\text{Kč} \cdot r^{-1}; \% \cdot r^{-1}, \text{Kč}) \quad (5.15)$$

Konstantní část ročních nákladů, značenou symbolem  $N_i$ , lze zapsat za použití vztahů (5.12), (5.13), (5.14) a (5.15) v nákladovém tvaru nebo jako procentní část z pořizovací ceny zařízení  $K_i$ . Pro celkové roční výrobní náklady teda platí vztah (5.17).

$$N_i = N_{údr} + N_{úr} + N_{odp} = \frac{p_{údr} + p_{úr} + p_{odp}}{100} \cdot K_i = \frac{p}{100} \cdot K_i \quad (\text{Kč} \cdot r^{-1}) \quad (5.16)$$

$$N = N_i + N_{pr} \quad (\text{Kč} \cdot r^{-1}; \text{Kč} \cdot r^{-1}, \text{Kč} \cdot r^{-1}) \quad (5.17)$$

### 5.3.1 Investiční náklady KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně

Mezi investiční náklady KJ SEV-DE 170P instalované v areálu FSI VUT v Brně patří tyto položky:

- projektová dokumentace,
- technologie,
- dvouplášťová nádrž (dostatečně velká, pro uskladnění rostlinného oleje jakožto paliva),
- technické úpravy objektu a příprava,
- vzduchotechnika strojovny,
- odvod spalin a komín,
- opláštění strojovny,
- elektro zapojení a náklady na úpravu rozvodů elektro,
- teplo zapojení a náklady na úpravu rozvodů TUV a ÚT,
- provize za vyřízení úvěru.

V tabulce 5.1 jsou uvedeny ceny za jednotlivé položky investic. Mezi největší náklad (mimo samotnou technologii KJ) patří dvouplášťová nádrž 40 m<sup>3</sup>, která svým objemem plně postačí na výrobu energií za jeden měsíc. Zapojení KJ si samozřejmě vždy vyžádá částečnou úpravu elektrických a tepelných (teplovodních) rozvodů. V případě projektu KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně je celá technologie umístěna v suterénu a je proto použita odhlučňená strojovna,

tudíž tuto položku je také nutno brát v úvahu. S tím souvisí i vyšší investice za odvod spalin a komín a vzduchotechniku strojovny.

Tabulka 5.1 Investiční náklady KJ SEV-DE 170P

Dvouplášťová nádrž 40 m <sup>3</sup> [Kč]	600 000
Elektro zapojení [Kč]	350 000
Náklady na úpravu rozvodů elektro [Kč]	50 000
Náklady na úpravu rozvodů TUV a ÚT [Kč]	250 000
Odvod spalin a komín [Kč]	200 000
Opláštění strojovny [Kč]	120 000
Projektová dokumentace [Kč]	100 000
Provize za vyřízení úvěru [Kč]	100 000
Technické úpravy objektu a příprava [Kč]	80 000
Technologie [Kč]	3 300 000
Teplo zapojení [Kč]	150 000
Vzduchotechnika strojovny [Kč]	250 000
<b>Celkem <math>K_i</math> [Kč]</b>	<b>5 550 000</b>

### 5.3.2 Roční provozní náklady KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně

Mezi pravidelné roční provozní náklady KJ SEV-DE 170P instalované v areálu FSI VUT v Brně patří tyto položky:

- administrativní výdaje (zahrnující administraci všech provozních a ekonomických dat),
- mzdy servis a dispečink provozu,
- pojištění,
- palivové náklady (určené pomocí technického listu KJ SEV-DE 170P),
- pravidelný servis (zahrnující náhradní díly na pravidelný servis KJ),
- pronájem prostor (může i nemusí být, záleží na konkrétní dohodě v místě umístění KJ),
- rezerva malý servis (nepředvídatelné servisní situace),
- rezerva velký servis (servisní situace s ohledem na budoucí renovaci soustrojí KJ, nový motor atd.).

Tabulka 5.2 Roční provozní náklady KJ SEV-DE 170P

Administrativní výdaje [Kč]	10 000
Mzda servis [Kč]	60 000
Mzda dispečink provozu [Kč]	24 000
Pojištění [Kč]	50 000
Palivové náklady [Kč]	5 215 056
Pravidelný servis [Kč]	60 000
Pronájem prostor [Kč]	24 000
Rezerva malý servis [Kč]	60 000
Rezerva velký servis [Kč]	132 000
<b>Celkem [Kč]</b>	<b>5 635 056</b>

V tabulce 5.2 jsou uvedeny ceny za jednotlivé položky spadající do ročních provozních nákladů. Mezi nejvýznamnější položku samozřejmě patří palivové náklady, které jsou v případě každoroční konstantní výroby vždy stejné. Dále je potřeba zahrnout mzdu za provedení servis a servisní materiály. V úvahu je potřeba brát i rezervu na malý (pravidelný a nečekaný) servis a velký servis (plánovaný s ohledem na budoucí výměnu jednotlivých dílů KJ).

### 5.3.3 Financování a průběh splácení úvěru projektu KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně

Financování a průběh splácení úvěru je dán ekonomickými ukazateli ovlivňující investici a předpokládané roční výroby elektrické energie a tepla dané kogenerační jednotky.

Tabulka 5.3 Financování projektu KJ SEV-DE 170P

Valorizace cen indexem spotřebitelů [%·r <sup>-1</sup> ]	2
Požadovaná výnosnost (diskontní sazba) <i>i</i> [%]	10
Daň z příjmu <i>d</i> [%]	21
Vlastní kapitál [Kč]	850 000 (15,32 %)
Podíl z úvěru <i>P</i> [Kč]	4 700 000 (84,68 %)
Investice <i>K<sub>i</sub></i> [Kč]	5 550 000 (100,00 %)
Úrok úvěru [%·r <sup>-1</sup> ]	5
Zásobitel <i>q</i> [1]	1,05
Splatnost úvěru <i>n</i> [r]	5
<b>Roční splátka úvěru <i>R</i> [Kč·r<sup>-1</sup>]</b>	<b>1 085 582</b>

Z tabulky 5.3 vyplývá výše roční splátky úvěru (lze ji značit symbolem *R*). Určí se dle vztahu (5.18), kde symbolem *P* je značena výše věru, symbolem *q* zásobitel a symbolem *n* počet let. [33]

$$R = P \cdot q^n \cdot \frac{q-1}{q^n-1} \quad (\text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}; \text{Kč}, 1) \quad (5.18)$$

Tabulka 5.3 obsahuje položky týkající se financování projektu KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně. Valorizace cen indexem spotřebitelů vychází z míry inflace. Požadovaná výnosnost je určena na 10%. Výsledkem tabulky 5.3 je částka roční splátky úvěru, která vychází ze všech nadřazených hodnot.

V kapitole 5.2 je popsán význam diskontní sazby a také diskontní sazby WACC, která značí vážený průměr nákladů na kapitál. Požadovaná výnosnost je určena na 10% *i* z toho důvodu, že v případě KJ na rostlinný olej se jedná v dnešní době o jeden z nejvíce podporovaných obnovitelných zdrojů. Lze ovšem očekávat, že podpora bude s postupem času klesat v souladu s platnou legislativou a Národním akčním plánem a to z toho důvodu, aby se neopakovala obdobná situace jako s fotovoltaickými elektrárnami z nedávné minulosti.

V tabulce 5.4 je uveden průběh splácení úvěru (projekt KJ SEV-DE 170P je z části financován čerpáním úvěru). Postupně jsou uvedeny položky dluhu na začátku každého roku,

roční splátky úvěru daného roku, úroku úvěru pro daný rok, výše splátky jistiny úvěru pro daný rok a dluhu na konci daného roku.

Tabulka 5.4 Průběh splácení úvěru KJ SEV-DE 170P

Rok	1	2	3	4	5
Výše dlužné částky na začátku roku [Kč]	4 700 000	3 849 418	2 956 308	2 018 542	1 033 887
Roční splátka úvěru [Kč]	1 085 582	1 085 582	1 085 582	1 085 582	1 085 582
Úrok [Kč]	235 000	192 471	147 815	100 927	51 694
Splátka jistiny [Kč]	850 582	893 111	937 766	984 654	1 033 887
<b>Dluh na konci daného roku [Kč]</b>	<b>3 849 418</b>	<b>2 956 308</b>	<b>2 018 542</b>	<b>1 033 887</b>	<b>0</b>

Dle vztahu (5.19) lze určit náklady související s úrokem, které jsou určeny pro každý rok splácení úvěru zvlášť. Vztah (5.20) určuje splátku jistiny. Symbolem  $N_{úr,j}$  jsou značené náklady související s úrokem, symbolem  $S_{zač,j}$  zbývající část dlužné částky na začátku roku, symbolem  $S_{kon,j}$  zbývající část dlužné částky na konci předešlého roku, symbolem  $p_{úr}$  výše úroku úvěru a symbolem  $R_{jis,j}$  výše roční splátky jistiny v  $j$ -tém roce splácení. Symbolem  $R$  je značena roční splátka úvěru, která je pro každý rok stejná.

$$N_{úr,j} = S_{kon,j} \cdot \frac{p_{úr}}{100} = S_{zač,j} \cdot \frac{p_{úr}}{100} \quad (\text{Kč; Kč, \%} \cdot r^{-1}) \quad (5.19)$$

$$R_{jis,j} = R - N_{úr,j} \quad (\text{Kč; Kč, Kč}) \quad (5.20)$$

## 5.4 Odpisy

Odpisy ve své podstatě charakterizují opotřebení (amortizaci) majetku. Každý majetek je omezen svou životností. Tu lze rozdělit dle [33] na:

- fyzickou životnost (charakterizována dobou, po kterou je zařízení provozuschopné),
- morální životnost (charakterizována dobou, kdy provoz zařízení je nákladnější než provoz nového zařízení).

Odpisy vyjadřují snížení hodnoty majetku. Představují část hodnoty majetku, která za dané období přejde do hodnoty výrobku, na jehož produkci se podílela. Pomocí odpisů lze rozložit pořizovací cenu majetku jako náklad do několika časových úseků. Základní dělení odpisů je na účetní a daňové. [33]

Účetní odpisy charakterizují skutečné opotřebení majetku (daného zařízení). Daňové odpisy se používají k zohlednění dané částky z hodnoty majetku (zařízení) do daňových nákladů. Zákon č. 586/1992 Sb. o daních z příjmů [35], upravuje způsob výpočtu odpisů. Doby účetního odepisování pro jednotlivé odpisové skupiny jsou uvedeny v tabulce 5.5.

Tabulka 5.5 Doba účetního odpisování pro definované odpisové skupiny dle [35]

Odpisová skupina	Doba odpisování
1	3 roky
2	5 let
3	10 let
4	20 let
5	30 let
6	50 let

Určení doby daňového odepisování lze stanovit pomocí dvou možností jeho časového průběhu. První možnost je rovnoměrné odpisování majetku a druhé je zrychlené odpisování majetku. Rovnoměrné odpisování má zákonem stanovené roční odpisové sazby pro každou odpisovou skupinu. Roční odpisové sazby pro rovnoměrné odpisování jsou uvedeny v tabulce 5.6. [35]

Tabulka 5.6 Roční odpisové sazby pro rovnoměrné odpisování hmotného majetku dle [35]

Odpisová skupina	Roční odpisové sazba pro hmotný majetek [% . r <sup>-1</sup> ]		
	1. rok odpisování	Další roky odpisování	Pro zvýšenou vstupní cenu
1	20	40	33,3
2	11	22,25	20
3	5,5	10,5	10
4	2,15	5,15	5
5	1,4	3,4	3,4
6	1,02	2,02	2

Pro zrychlené odpisování stanovuje zákon pro jednotlivé odpisové skupiny koeficienty. Tyto koeficienty jsou uvedeny v tabulce 5.7. [35]

Tabulka 5.7 Koeficienty pro zrychlené odpisování dle [35]

Odpisová skupina	Koeficient pro zrychlené odpisování		
	1. rok odpisování	Další roky odpisování	Pro zvýšenou zůstatkovou cenu
1	3	4	3
2	5	6	5
3	10	11	10
4	20	21	20
5	30	31	30
6	50	51	50



### 5.4.1 Odpisy KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně

V tabulce 5.8 a v tabulce 5.9 jsou nyní uvedeny odpisy KJ SEV-DE 170P pro konkrétní projekt. Vše je v návaznosti k úvodním informacím kapitoly 5.4 a k tabulkám 5.1 až 5.7. Výpočet byl proveden rovnoměrným odpisováním. Pro první rok byl použit vztah (5.21) a pro další roky vztah (5.22). Symbolem  $N_{odp,1}$  jsou značeny odpisy v prvním roce, symbolem  $N_{odp,2-5}$  jsou značeny odpisy v druhém až pátém roce. Odpisový koeficient je 0,11 pro první rok a pro druhý až pátý rok je odpisový koeficient 0,2225. Investiční náklady značí v podstatě pořizovací cenu a jsou označeny symbolem  $K_i$ .

$$N_{odp,1} = K_i \cdot 0,0215 \quad (\text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}; \text{Kč}, \% \cdot \text{r}^{-1}) \quad (5.21)$$

$$N_{odp,2-5} = K_i \cdot 0,0515 \quad (\text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}; \text{Kč}, \% \cdot \text{r}^{-1}) \quad (5.22)$$

Tabulka 5.8 Daňové odpisy projektu KJ SEV-DE 170P

Pořizovací cena [Kč]	Odpisová skupina	1. rok [%·rok <sup>-1</sup> ]	2. - 5. rok [%·rok <sup>-1</sup> ]
5 550 000	2	11	22,25

Tabulka 5.9 Průběh výše odpisů za jednotlivé roky projektu KJ SEV-DE 170P

Rok	1. rok [Kč·rok <sup>-1</sup> ]	2. rok [Kč·rok <sup>-1</sup> ]	3. rok [Kč·rok <sup>-1</sup> ]	4. rok [Kč·rok <sup>-1</sup> ]	5. rok [Kč·rok <sup>-1</sup> ]
Celkem odpisy	610 500	1 234 875	1 234 875	1 234 875	1 234 875

## 5.5 Výnosy KJ SEV-DE 170P

Z tabulek 3.2, 3.3 a 3.4 lze vyčíst výši podpory na uvedený druh biomasy O2. Je potřeba rozlišit, jestli je zařízení provozováno v režimu pevné výkupní ceny (elektrickou energii dodává do distribuční sítě) nebo jestli je zařízení provozováno v režimu zeleného bonusu (elektrická energie se spotřebovává pro „vlastní spotřebu“ konkrétního areálu, ve kterém je zařízení instalováno). V případě provozu v režimu zeleného bonusu se musí počítat ještě s příjmem za vlastní silovou energii. V případě provozu v režimu pevné výkupní ceny se počítá s příplatkem za decentralizovanou výrobu. V obou režimech je navíc jednak ještě potřeba uvažovat s příplatkem za kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla a s příjmem za vyrobené teplo, které je nejlepší spotřebovat v místě, co nejbližší výrobně.

Dle vztahu (5.23), (5.24) a (5.25) lze vypočítat jednotlivé tržby pro  $j$ -tý rok. Symbolem  $T_{ele,j}$  je značena tržba za elektrickou energii v  $j$ -tém roce,  $T_{tep,j}$  značí tržby za vyrobené teplo, symbolem  $E_j$  je značena vyrobená elektrická energie v  $j$ -tém roce,  $Q_j$  je značí vyrobené teplo, symbolem  $C_{ele,j}$  je značena celková cena za elektrickou energii v  $j$ -tém roce,  $C_{tep,j}$  značí celkovou cenu za teplo a symbolem  $i_v$  je značena míra valorizace cen. Celkové tržby jsou značeny symbolem  $T_j$ .

$$T_{ele,j} = E_j \cdot C_{ele,j} \cdot i_v \quad (\text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}; \text{MWh} \cdot \text{r}^{-1}, \text{Kč} \cdot \text{MWh}^{-1}, 1) \quad (5.23)$$

$$T_{tep,j} = Q_j \cdot C_{tep,j} \cdot i_v \quad (\text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}; \text{GJ} \cdot \text{r}^{-1}, \text{Kč} \cdot \text{GJ}^{-1}, 1) \quad (5.24)$$

$$T_j = T_{ele,j} + T_{tep,j} \quad (\text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}; \text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}, \text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}) \quad (5.25)$$

### 5.5.1 Příjmy KJ SEV-DE 170P v režimu pevné výkupní ceny v areálu FSI VUT v Brně

- pevná výkupní cena elektrické energie,
- příplatek za decentralizovanou výrobu elektrické energie,
- příplatek za kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla,
- smluvená výkupní cena tepelné energie.

V případě provozu KJ SEV-DE 170P v režimu pevné výkupní ceny jsou tržby za vyrobenou elektrickou energii a teplo v prvních třech letech uvedené v tabulce 5.10. U tržeb za vyrobenou elektrickou energii je již počítáno se všemi možnými příjmy, které jsou v případě provozování KJ v režimu pevné výkupní ceny určeny platnými cenovými rozhodnutími ERÚ (včetně výše příplatku za decentralizovanou výrobu elektrické energie). U tržeb za vyrobené teplo je uvažováno s cenou  $570 \text{ Kč} \cdot \text{GJ}^{-1}$ , což v podstatě odpovídá běžným cenám tepelné energie v dnešní době.

Tabulka 5.10 Příjmy za vyrobenou elektrickou energii a teplo v režimu pevné výkupní ceny během prvních 3 let

Rok	1	2	3
Roční vyrobená elektrická energie [MWh]	1 220	1 220	1 220
Roční vyrobené teplo [GJ]	3 495	3 495	3 495
Tržby za vyrobenou el. energii [Kč.r <sup>-1</sup> ]	4 394 507	4 394 507	4 394 507
Tržby za vyrobené teplo [Kč.r <sup>-1</sup> ]	1 992 156	1 992 156	1 992 156
Celkem tržby [Kč.r <sup>-1</sup> ]	6 386 663	6 386 663	6 386 663
Celkem tržby včetně valorizace cen [Kč.r <sup>-1</sup> ]	6 386 663	6 514 396	6 644 684

### 5.5.2 Příjmy KJ SEV-DE 170P v režimu zeleného bonusu v areálu FSI VUT v Brně

- smluvená výkupní cena silové elektřiny,
- zelený bonus,
- příplatek za kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla,
- smluvená výkupní cena tepelné energie.

V případě provozu KJ SEV-DE 170P v režimu zeleného bonusu jsou tržby za vyrobenou elektrickou energii a teplo v prvních třech letech uvedené v tabulce 5.11. U tržeb za vyrobenou elektrickou energii je již počítáno se všemi možnými příjmy, které jsou v případě provozování KJ v režimu zeleného bonusu jednak určeny platnými cenovými rozhodnutími ERÚ (konkrétně tedy výše zeleného bonusu a příplatek za kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla) a jednak smluvenou výkupní cenou silové elektřiny. Ta se v případě KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT

v Brně pohybuje ve výši  $1700 \text{ Kč} \cdot \text{MWh}^{-1}$ . Cena je smluvně domlouvána každý rok. Je ovšem zvyklostí, že smlouva o dodávkách elektrické energie platí pro pevně stanovenou dobu (například 10 let). U tržeb za vyrobené teplo je uvažováno s cenou  $570 \text{ Kč} \cdot \text{GJ}^{-1}$ , což v podstatě odpovídá běžným cenám tepelné energie v dnešní době.

Tabulka 5.11 Příjmy za vyrobenou elektrickou energii a teplo v režimu zeleného bonusu během prvních 3 let

Rok	1	2	3
Roční vyrobená elektrická energie [MWh]	1 220	1 220	1 220
Roční vyrobené teplo [GJ]	3 495	3 495	3 495
Tržby za vyrobenou el. energii [ $\text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}$ ]	5 250 722	5 088 353	5 068 056
Tržby za vyrobené teplo [ $\text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}$ ]	1 992 156	1 992 156	1 992 156
Celkem tržby [ $\text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}$ ]	7 242 878	7 080 508	7 060 212
Celkem tržby včetně valorizace cen [ $\text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}$ ]	7 242 878	7 387 736	7 535 490

## 5.6 Vyhodnocení projektu KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně

V kapitole 5.1 je popsáno několik metod hodnocení ekonomické efektivity. Pro vyhodnocení projektu kogenerační jednotky na rostlinný olej SEV-DE 170P byly vybrány metody [33]:

- doba návratnosti (*PB*) - metoda statická, udává čas, za který se investice zaplatí z peněz, které vydělá,
- reálná doba návratnosti (*RDN*) - metoda dynamická, zohledňuje veličiny pro každý daný rok a tím pádem podává i přesnější výsledky než doba návratnosti (*PB*),
- vnitřní výnosové procento (*IRR*) - pro tuto metodu je důležitá položka minimální požadované výnosnosti, vnitřní výnosové procento určuje maximální výnosnost projektu, určující je hodnota za takovou dobu let, která se rovná životnosti soustrojí kogenerační jednotky,
- čistá současná hodnota (*NPV*) - pro případ KJ SEV-DE 170P je proveden výpočet po 5, 10 a 15 letech provozu,
- index ziskovosti (*PI*) - což je v podstatě poměr peněžních příjmů projektu KJ SEV-DE 170P a jeho investičních nákladů.

Kogenerační jednotka je zařízení vyrábějící elektrickou a tepelnou energii. Konkrétní typ KJ SEV-DE 170P je provozován na pročištěný fritovací olej, který je dle přílohy A klasifikován jako kapalná biomasa kategorie O2. Výpočet ekonomického zhodnocení provozu KJ na rostlinný olej je proveden ve 2 variantách a to v režimu pevné výkupní ceny a v režimu zeleného bonusu.

Vztah (5.26) vyjadřuje náklady v *j*-tém roce značené symbolem  $N_j$ , kde symbol  $N_{pra,j}$  značí pravidelné roční náklady v *j*-tém roce a symbol  $N_{nep,j}$  značí nepravidelné roční náklady v *j*-tém roce. Vztah (5.27) je použit pro určení výše hrubého zisku, který je značen symbolem  $Z_{hru,j}$ . Symbolem  $T_j$  je značena tržba v *j*-tém roce a  $N_{odp,j}$  značí odpisy v *j*-tém roce.

$$N_j = N_{pra,j} + N_{nep,j} \quad (\text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}; \text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}, \text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}) \quad (5.26)$$

$$Z_{hru,j} = T_j - N_j - N_{odp,j} \quad (\text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}; \text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}, \text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}, \text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}) \quad (5.27)$$

Vztahem (5.28) je počítána daň ze zisku v  $j$ -tém roce, značena symbolem  $D_j$ . Symbolem  $d$  je značena výše procentní daně v daném roce. Vztahem (5.29) se určí čistý zisk, označovaný symbolem  $Z_{čis,j}$ .

$$D_j = Z_{hru,j} \cdot \frac{d}{100} \quad (\text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}; \text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}, \% \cdot \text{r}^{-1}) \quad (5.28)$$

$$Z_{čis,j} = Z_{hru,j} - D_j \quad (\text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}; \text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}, \text{Kč} \cdot \text{r}^{-1}) \quad (5.29)$$

V tabulkách 5.12, 5.14, 5.16 a 5.18 je uveden také peněžní příjem (značen symbolem  $P_j$ ) a aktualizovaný peněžní příjem (značen symbolem  $P_j^A$ ). Peněžní příjem je určen dle vztahu (5.5). Všechny výpočty byly provedeny pomocí programu MS Excel.

Daň ze zisku se odvádí po uplynutí daňových prázdnin. Projekt kogenerační jednotky na rostlinný olej je za svých prvních pět let existence osvobozen od daně z příjmu. [35]

### 5.6.1 Vyhodnocení projektu KJ SEV-DE 170P v režimu pevné výkupní ceny

V kapitole 5.6.1 je nyní rozebráno vyhodnocení projektu KJ SEV-DE 170P v režimu pevné výkupní ceny. Výpočet byl u této varianty proveden s uvážením inflace a bez uvážení inflace. Tabulka 5.12 (respektive 5.14) zachycuje ve vybraných letech rozbor všech důležitých ekonomických parametrů. V tabulce 5.13 (respektive 5.15) je uvedeno celkové ekonomické vyhodnocení projektu pro uvažované metody, kterými jsou  $PB$ ,  $RDN$ ,  $IRR$ ,  $NPV$  a  $PI$ .

Tabulka 5.12 Výpočet s uvážením inflace v režimu pevné výkupní ceny

Rok	0	1	5	10	15
<b>Odpisy <math>N_{odp,j}</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>610 500</b>	<b>1 234 875</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Pravidelné roční náklady $N_{pra,j}$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	5 635 056	6 099 566	6 734 414	7 435 337
Nepravidelné roční náklady $N_{nep,j}$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	0	0	0	0
<b>Celkové roční náklady <math>N_j</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>5 635 056</b>	<b>6 099 566</b>	<b>6 734 414</b>	<b>7 435 337</b>
<b>Roční tržba <math>T_j</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>6 386 663</b>	<b>6 913 129</b>	<b>7 632 653</b>	<b>8 427 066</b>
Hrubý zisk $Z_{hru,j}$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	141 107	-421 312	898 240	991 729
Daň ze zisku $D_j$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	0	0	170 666	188 429
<b>Čistý zisk <math>Z_{čis,j}</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>141 107</b>	<b>-421 312</b>	<b>727 574</b>	<b>803 301</b>
<b>Peněžní příjem <math>P_j</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>-5 550 000</b>	<b>751 607</b>	<b>813 563</b>	<b>727 574</b>	<b>803 301</b>
<b>Aktualizovaný peněžní příjem <math>P_j^A</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>-5 550 000</b>	<b>683 279</b>	<b>505 159</b>	<b>280 511</b>	<b>192 304</b>

Tabulka 5.13 Celkové ekonomické vyhodnocení projektu s uvážením inflace v režimu pevné výkupní ceny

<b>Doba návratnosti (PB) [r]</b>	7,40 let		
<b>Reálná doba návratnosti (RDN) [r]</b>	14,12 let		
	<b>5 let</b>	<b>10 let</b>	<b>15 let</b>
<b>Vnitřní výnosové procento (IRR) [%]</b>	-10,51	5,75	10,53
<b>Čistá současná hodnota (NPV) [Kč]</b>	-2 595 691	-955 182	169 464
<b>Index ziskovosti (PI) [1]</b>	0,53	0,83	1,03

V případě výpočtů bez uvážení inflace vychází celkové zhodnocení projektu hůře. To lze přičíst především tomu, že inflace má v podstatě příznivý vliv na příjmy za vyrobenou elektrickou energii a teplo a výdaje v podobě palivových a servisních nákladů. Bez uvažování inflace navíc dojde k tomu, že reálná doba návratnosti vychází delší, než doba celkové životnosti technologie KJ (více než 15 let).

Tabulka 5.14 Výpočet bez uvážení inflace v režimu pevné výkupní ceny

<b>Rok</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
<b>Odpisy <math>N_{odp,j}</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>610 500</b>	<b>1 234 875</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Pravidelné roční náklady $N_{pra,j}$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	5 635 056	5 635 056	5 635 056	5 635 056
Nepravidelné roční náklady $N_{nep,j}$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	0	0	0	0
<b>Celkové roční náklady <math>N_j</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>5 635 056</b>	<b>5 635 056</b>	<b>5 635 056</b>	<b>5 635 056</b>
<b>Roční tržba <math>T_j</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>6 386 663</b>	<b>6 386 663</b>	<b>6 386 663</b>	<b>6 386 663</b>
Hrubý zisk $Z_{hru,j}$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	141 107	-483 268	751 607	751 607
Daň ze zisku $D_j$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	0	0	142 805	142 805
<b>Čistý zisk <math>Z_{čis,j}</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>141 107</b>	<b>-483 268</b>	<b>608 801</b>	<b>608 801</b>
<b>Peněžní příjem <math>P_j</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>-5 550 000</b>	<b>751 607</b>	<b>751 607</b>	<b>608 801</b>	<b>608 801</b>
<b>Aktualizovaný peněžní příjem <math>P_j^A</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>-5 550 000</b>	<b>683 279</b>	<b>466 689</b>	<b>234 719</b>	<b>145 742</b>

Tabulka 5.15 Celkové ekonomické vyhodnocení projektu bez uvážení inflace v režimu pevné výkupní ceny

<b>Doba návratnosti (PB) [r]</b>	7,94 let		
<b>Reálná doba návratnosti (RDN) [r]</b>	více než doba životnosti (> 15 let)		
	<b>5 let</b>	<b>10 let</b>	<b>15 let</b>
<b>Vnitřní výnosové procento (IRR) [%]</b>	-11,73	4,09	8,72
<b>Čistá současná hodnota (NPV) [Kč]</b>	-2 700 819	-1 267 834	-378 063
<b>Index ziskovosti (PI) [1]</b>	0,51	0,77	0,93

### 5.6.2 Vyhodnocení projektu KJ SEV-DE 170P v režimu zeleného bonusu

V kapitole 5.6.2 je nyní rozebráno vyhodnocení projektu KJ SEV-DE 170P v režimu zeleného bonusu. Výpočet byl u této varianty taktéž proveden s uvážením inflace a bez uvážení inflace jako v případě režimu pevné výkupní ceny. Tabulka 5.16 (respektive 5.18) zachycuje

ve vybraných letech rozbor všech důležitých ekonomických parametrů. V tabulce 5.17 (respektive 5.19) je uvedeno celkové ekonomické vyhodnocení projektu pro uvažované metody, kterými jsou *PB*, *RDN*, *IRR*, *NPV* a *PI*. Také v případě provozování KJ v režimu zeleného bonusu dochází k obdobným rozdílům v situaci s uvažováním inflace a bez uvažování inflace.

Tabulka 5.16 Výpočet s uvážením inflace v režimu zeleného bonusu

Rok	0	1	5	10	15
<b>Odpisy <math>N_{odp,j}</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>610 500</b>	<b>1 234 875</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Pravidelné roční náklady $N_{pra,j}$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	5 635 056	6 099 566	6 734 414	7 435 337
Nepravidelné roční náklady $N_{nep,j}$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	0	0	0	0
<b>Celkové roční náklady <math>N_j</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>5 635 056</b>	<b>6 099 566</b>	<b>6 734 414</b>	<b>7 435 337</b>
<b>Roční tržba <math>T_j</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>7 242 878</b>	<b>7 839 924</b>	<b>8 655 910</b>	<b>9 556 824</b>
Hrubý zisk $Z_{hru,j}$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	997 322	505 483	1 921 496	2 121 487
Daň ze zisku $D_j$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	0	0	365 084	403 083
<b>Čistý zisk <math>Z_{čis,j}</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>997 322</b>	<b>505 483</b>	<b>1 556 412</b>	<b>1 718 405</b>
<b>Peněžní příjem <math>P_j</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>-5 550 000</b>	<b>1 607 822</b>	<b>1 740 358</b>	<b>1 556 412</b>	<b>1 718 405</b>
<b>Aktualizovaný peněžní příjem <math>P_j^A</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>-5 550 000</b>	<b>1 461 656</b>	<b>1 080 626</b>	<b>600 064</b>	<b>411 372</b>

Tabulka 5.17 Celkové ekonomické vyhodnocení projektu s uvážením inflace v režimu zeleného bonusu

<b>Doba návratnosti (<i>PB</i>) [r]</b>	3,37 let		
<b>Reálná doba návratnosti (<i>RDN</i>) [r]</b>	4,29 let		
	<b>5 let</b>	<b>10 let</b>	<b>15 let</b>
<b>Vnitřní výnosové procento (<i>IRR</i>) [%]</b>	15,22	26,31	28,50
<b>Čistá současná hodnota (<i>NPV</i>) [Kč]</b>	769 800	4 279 142	6 684 963
<b>Index ziskovosti (<i>PI</i>) [1]</b>	1,14	1,77	2,20

Tabulka 5.18 Výpočet bez uvážení inflace v režimu zeleného bonusu

Rok	0	1	5	10	15
<b>Odpisy <math>N_{odp,j}</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>610 500</b>	<b>1 234 875</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Pravidelné roční náklady $N_{pra,j}$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	5 635 056	5 635 056	5 635 056	5 635 056
Nepravidelné roční náklady $N_{nep,j}$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	0	0	0	0
<b>Celkové roční náklady <math>N_j</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>5 635 056</b>	<b>5 635 056</b>	<b>5 635 056</b>	<b>5 635 056</b>
<b>Roční tržba <math>T_j</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>7 242 878</b>	<b>7 019 702</b>	<b>6 919 852</b>	<b>6 822 008</b>
Hrubý zisk $Z_{hru,j}$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	997 322	149 771	1 284 796	1 186 952
Daň ze zisku $D_j$ [Kč.r <sup>-1</sup> ]	0	0	0	244 111	225 521
<b>Čistý zisk <math>Z_{čis,j}</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>0</b>	<b>997 322</b>	<b>149 771</b>	<b>1 040 685</b>	<b>961 431</b>
<b>Peněžní příjem <math>P_j</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>-5 550 000</b>	<b>1 607 822</b>	<b>1 384 646</b>	<b>1 040 685</b>	<b>961 431</b>
<b>Aktualizovaný peněžní příjem <math>P_j^A</math> [Kč.r<sup>-1</sup>]</b>	<b>-5 550 000</b>	<b>1 461 656</b>	<b>859 756</b>	<b>401 229</b>	<b>230 159</b>

Tabulka 5.19 Celkové ekonomické vyhodnocení projektu bez uvážení inflace v režimu zeleného bonusu

<b>Doba návratnosti (PB) [r]</b>	3,76 let		
<b>Reálná doba návratnosti (RDN) [r]</b>	5,01 let		
	<b>5 let</b>	<b>10 let</b>	<b>15 let</b>
<b>Vnitřní výnosové procento (IRR) [%]</b>	9,97	20,86	23,07
<b>Čistá současná hodnota (NPV) [Kč]</b>	-3 720	2 528 878	3 984 556
<b>Index ziskovosti (PI) [1]</b>	1,00	1,46	1,72

V tabulce 5.20 jsou nyní přehledně uvedeny všechny vypočítané hodnoty vybraných metod hodnocení efektivnosti investic. Z uvedených hodnot lze vyčíst, že je rozhodně lepší provozovat KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně v režimu zeleného bonusu, kdy jsou především příjmy za vyrobenou elektrickou energii velmi příznivé. U zeleného bonusu je ovšem složitější odhadnout budoucí vývoj této podpory. Dle cenových rozhodnutí výše podpory zeleného bonusu v roce 2011 byla  $2560 \text{ Kč} \cdot \text{MWh}^{-1}$ , v roce 2012 klesla na částku  $2480 \text{ Kč} \cdot \text{MWh}^{-1}$  a v roce 2013 dokonce na částku  $2470 \text{ Kč} \cdot \text{MWh}^{-1}$ . Záleží také na obchodních dovednostech provozovatele dané KJ, jakou je schopen vyjednat výši ceny silové elektrické energie. U té je ovšem také při výpočtu zahrnut mírný budoucí pokles. V případě režimu pevné výkupní ceny je podpora za poslední 3 roky velmi stabilní. V roce 2011, 2012 i 2013 činí výše pevné výkupní ceny  $3530 \text{ Kč} \cdot \text{MWh}^{-1}$ .

Důležitý parametr, který má vliv na celkové zhodnocení projektu je cena paliva, která je u tohoto projektu počítána ve výši  $17 \text{ Kč} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Jelikož se použitý rostlinný olej běžně používá i pro výrobu biopaliv, lze vzhledem k rostoucím cenám motorové nafty říci, že i konečná cena této komodity půjde v několika budoucích letech nahoru.

Tabulka 5.20 Celkové ekonomické vyhodnocení projektu pro všechny 4 uvažované situace

Metoda hodnocení efektivnosti investice		Doba návratnosti (PB) [r]	Reálná doba návratnosti (RDN) [r]		Vnitřní výnosové procento (IRR) [%]	Čistá současná hodnota (NPV) [Kč]	Index ziskovosti (PI) [1]
V režimu pevné výkupní ceny	S uvážením inflace	7,40	14,12	5 let	-10,51	-2 595 691	0,53
				10 let	5,75	-955 182	0,83
				15 let	10,53	169 464	1,03
	Bez uvážení inflace	7,94	více než doba životnosti (> 15 let)	5 let	-11,73	-2 700 819	0,51
				10 let	4,09	-1 267 834	0,77
				15 let	8,72	-378 063	0,93
V režimu zeleného bonusu	S uvážením inflace	3,37	4,29	5 let	15,22	769 800	1,14
				10 let	26,31	4 279 142	1,77
				15 let	28,50	6 684 963	2,20
	Bez uvážení inflace	3,76	5,01	5 let	9,97	-3 720	1,00
				10 let	20,86	2 528 878	1,46
				15 let	23,07	3 984 556	1,72

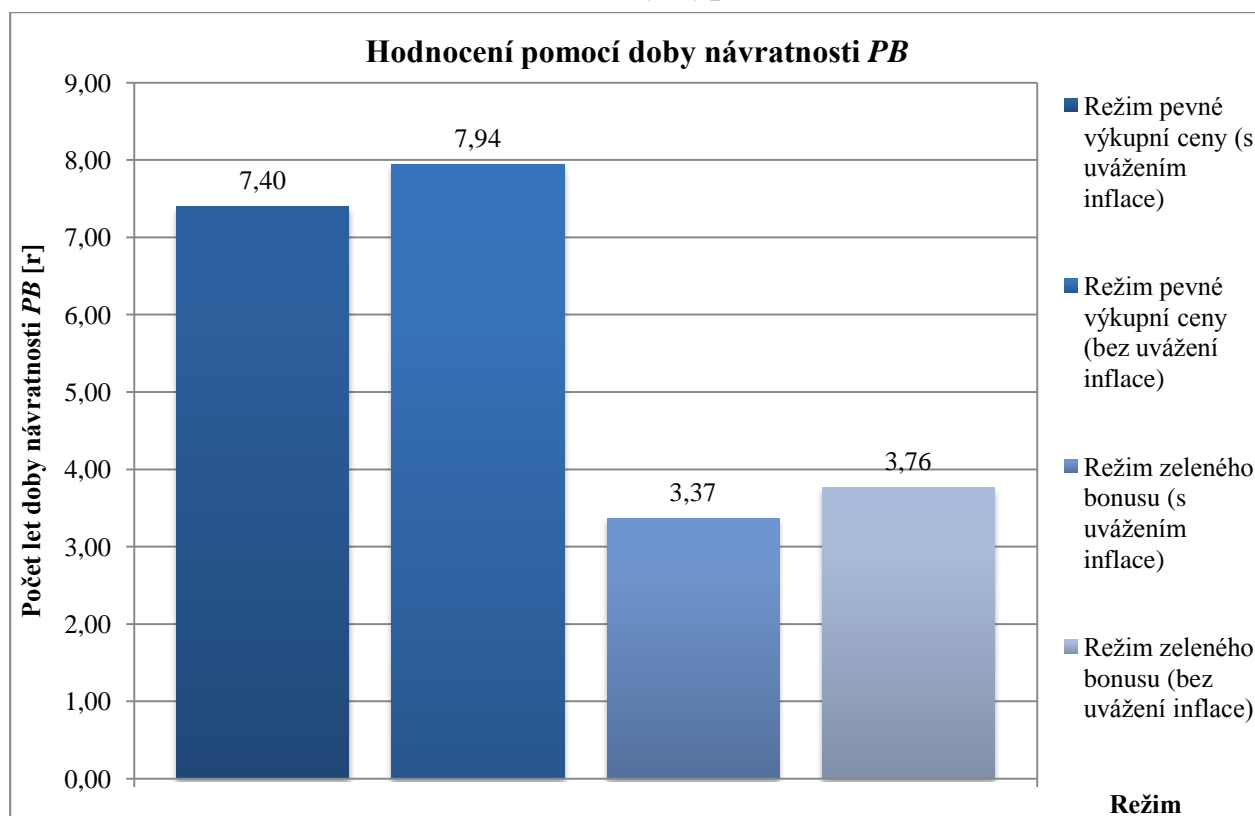
Od začátku roku 2013 je v platnosti nový zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů a s nabytím účinnosti vyhlášky č. 347/2012 Sb., která stanovuje technicko-ekonomické parametry OZE pro výrobu elektřiny a to dobu životnosti a dobu návratnosti investic pro jednotlivé podporované zdroje. V případě výroby elektřiny využívající energii ze spalování biomasy kategorie O2 (do 10 MW včetně) se stanovuje prostá doba návratnosti na 7 let. [37]

V tabulce 5.20 si lze všimnout, že doba návratnosti v režimu pevné výkupní ceny dosahuje s uvážením inflace 7,40 let (bez uvážení inflace 7,94 let) a v režimu zeleného bonusu s uvážením inflace 3,37 let (bez uvážení inflace 3,76 let).

## 5.7 Grafické vyhodnocení efektivity investic a ziskovosti projektu KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně

V kapitole 5.6 jsou přehledně v tabulkách uvedené výsledky metod pro hodnocení efektivity investic a ziskovosti. Tabulka 5.20 navíc podrobně zachycuje srovnání pro všechny uvažované varianty provozu. Následující grafy (obrázek 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 a 5.5) přehledně srovnávají vždy jednu metodu pro uvažované 4 varianty výpočtu a to pro režim pevné výkupní ceny s uvážením inflace, pevné výkupní ceny bez uvážení inflace, zeleného bonusu s uvážením inflace a zeleného bonusu bez uvážení inflace.

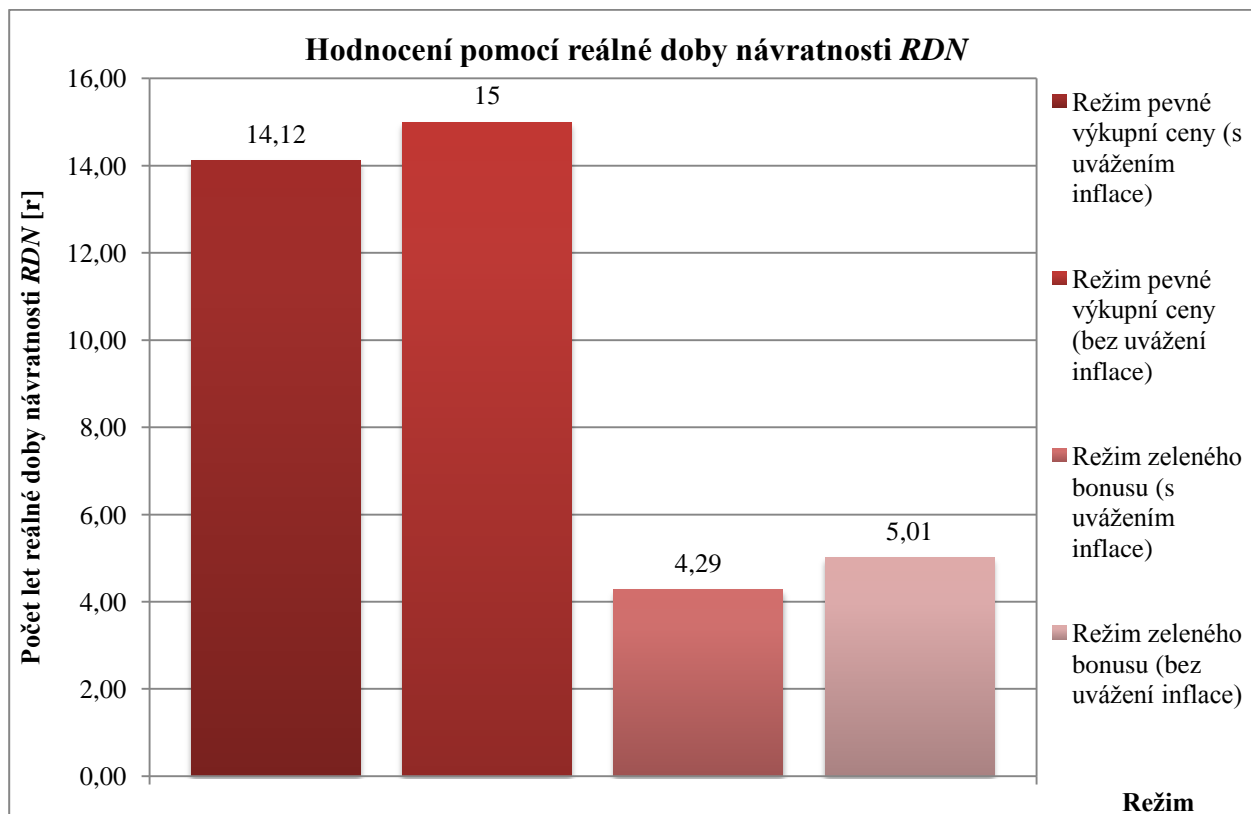
### 5.7.1 Doba návratnosti PB pro 4 varianty výpočtu



Obrázek 5.1 Hodnocení pomocí doby návratnosti PB

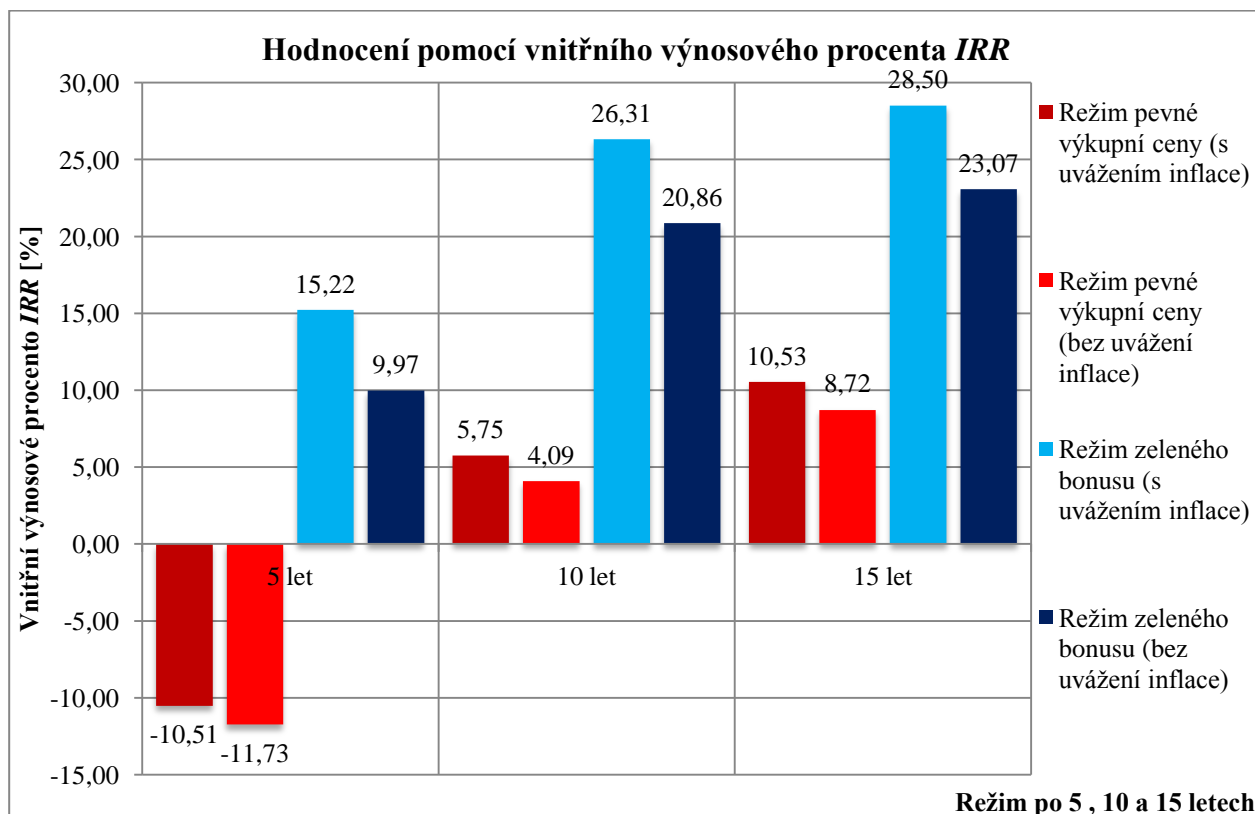


### 5.7.2 Reálná doba návratnosti RDN pro 4 varianty výpočtu



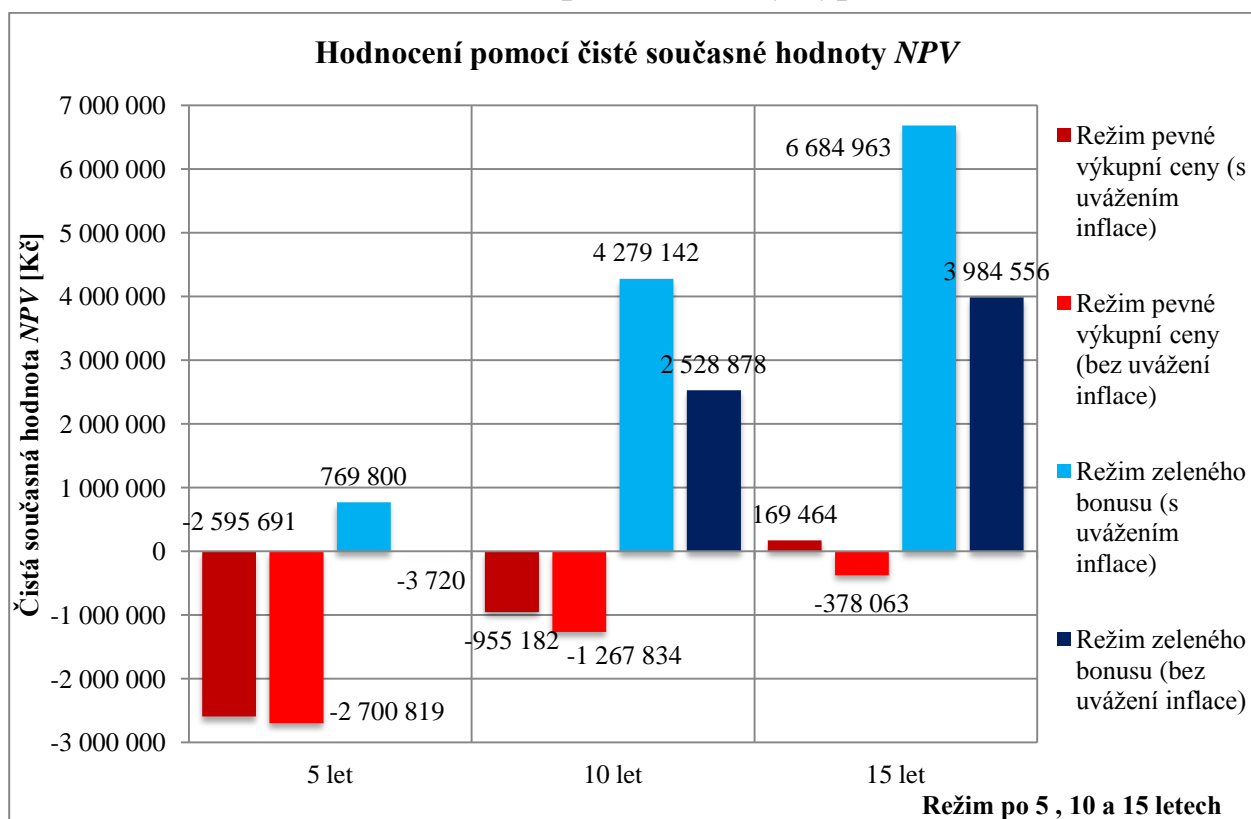
Obrázek 5.2 Hodnocení pomocí reálné doby návratnosti RDN

### 5.7.3 Vnitřní výnosové procento IRR pro 4 varianty výpočtu



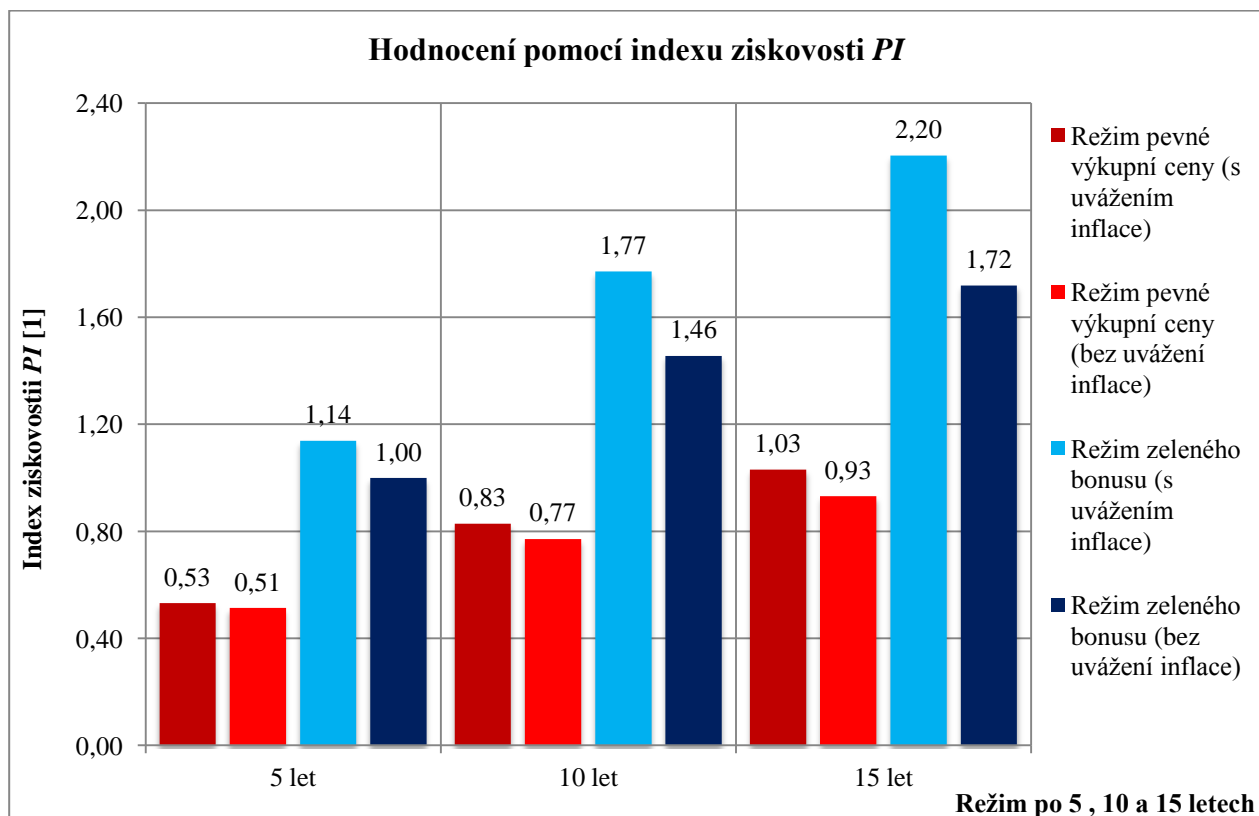
Obrázek 5.3 Hodnocení pomocí vnitřního výnosového procenta IRR

### 5.7.4 Čistá současná hodnota NPV pro 4 varianty výpočtu



Obrázek 5.4 Hodnocení pomocí čisté současné hodnoty NPV

### 5.7.5 Hodnocení pomocí indexu ziskovosti PI pro 4 varianty výpočtu



Obrázek 5.5 Hodnocení pomocí indexu ziskovosti PI

## 6 ZÁVĚR

### 6.1 Obecné povinnosti a doporučení pro kogenerační jednotky na rostlinný olej

Před spuštěním provozu kogenerační jednotky je nutno vyřídit připojení zdroje do sítě, stavební povolení, kolaudaci neboli zkušební provoz, licenci pro výrobu elektrické energie, osvědčení o původu z kombinované výroby elektřiny a tepla, registraci u operátora trhu s elektřinou a instalaci elektroměru.

V případě podpory výroby elektrické energie a tepla je nutno dodržovat několik zásad. Každý provozovatel KJ musí vést měsíční, čtvrtletní a roční výkazy. Mezi ně patří měsíční výkaz o výrobě elektřiny ze zdrojů s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla, měsíční výkaz o spotřebě elektřiny výrobcem, výkazy pro Energetický regulační úřad, měsíční výkaz o dodávkách elektřiny, tepla, energetických bilancích a o palivech užitých na produkci elektřiny a tepla a další výkazy týkající se energetiky pro Ministerstvo průmyslu a obchodu a pro Český statistický úřad.

Při nasazování malých kogeneračních jednotek na rostlinný olej je nutno brát v úvahu jednak spotřebu elektrické energie a jednak spotřebu tepla. Konečnému rozhodnutí o instalaci kogenerační jednotky musí předcházet pečlivý ekonomický rozbor jejího provozu. Je zvykem, že bývá uvažováno tak, aby kromě maximálního využití vyráběné elektrické energie bylo maximálně využíváno i vyráběné teplo. Výkon kogenerační jednotky je tedy nutné dimenzovat vzhledem k denním a ročním odběrovým diagramům elektrické energie a tepla a k celkové ceně, za kterou lze vyrobenou elektrickou energii a teplo odprodat. Dále je nutno uvažovat nad vhodným umístěním kogenerační jednotky v souladu s palivovým hospodářstvím. Je nutné se rozhodnout, jestli je výhodnější kogenerační jednotku na rostlinný olej umístit v místě dodávky paliva nebo vybrat místo s vhodnějšími proporcemi pro umístění i za cenu toho, že se palivo k zařízení bude muset v pravidelných intervalech dovážet.

Provozování kogeneračních jednotek vyžaduje pozornost ohledně spotřeby vyráběného tepla. V rámci celé České republiky jsou nároky na tepelnou energii po celý rok proměnlivé. V případě zimních měsíců je situace vždycky velmi snadná, protože je potřeba vytápět dané objekty. Dá se říci, že i v případě přechodných období je situace ještě snadná. Největší problém ovšem nastává v letních měsících, kdy se v České republice téměř vůbec netopí. Vyrobenou tepelnou energii lze použít tedy výhradně jen pro ohřev TUV.

Budoucí potenciál ovšem v sobě skrývá možnost výroby chladu. Pojmem trigenerace se nově označuje možnost výroby elektřiny, tepla a chladu. Možnost přeměnit teplo na chlad umožní to, aby kogenerační jednotka mohla i v letních měsících pracovat naplno. Výroba chladu může být prováděna buď pomocí kompresorového chlazení (potřeba většího množství elektrické energie) nebo pomocí absorpčního chlazení (potřeba většího množství tepla).

Teplo vyrobené kogenerační jednotkou by se tedy dalo využít jednak pro ohřev TUV a jednak pro teplem hnanou absorpční chladicí jednotku. Tím by se výrazně zlepšila využitelnost KJ během letních měsíců a příznivě by to ovlivnilo ekonomiku projektu KJ na rostlinný olej.

## 6.2 Souhrn poznatků a vyhodnocení ekonomické efektivity kogenerační jednotky na rostlinný olej

Výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie má dle platné legislativy a Národního akčního plánu České republiky v roce 2020 dosáhnout hodnoty 13,5 % z hrubé domácí konečné spotřeby. V roce 2011 byl podíl výroby elektrické energie z OZE na hrubé domácí spotřebě 10,28 % a v roce 2012 již dokonce 12,48 %.

Jednou z možností využívání OZE je spalování biomasy pro energetické účely a to konkrétně použitých a následně přepracovaných potravinářských tuků a olejů. V České republice je poměrně velký potenciál trhu s použitým potravinářským olejem. Dle aktuálně dostupných dokumentů na webu ČSÚ byla zjištěna průměrná spotřeba rostlinných jedlých tuků a olejů a počet obyvatel ČR za odpovídající roky. Z tabulky 2.3 lze potom vyčíst, že celkové potenciální množství paliva na trhu v ČR za poslední roky bylo vždy minimálně 30 tisíc tun za rok.

Provozování kogeneračních jednotek na rostlinný olej vyžaduje pozornost především na kvalitu paliva. V případě využití recyklovaných potravinářských a fritovacích olejů je nutné zajistit kvalitní přepracování. To lze provádět pomocí odstředivé separace, která vyřeší problém s mechanickými nečistotami. Pro dosažení kvality paliva srovnatelného s motorovou naftou je ovšem potřebné využít tzv. degumming (proces odsazení), pomocí něž lze snížit množství nežádoucích volných mastných kyselin a fosfolipidů pod požadované hodnoty. Degumming se dělí dle maximálního obsahu fosforu v odsazeném oleji na základní, standardní a extra (60 ppm, 40 ppm a 20 ppm). Vzhledem k získaným zkušenostem z praxe je nutno konstatovat, že při delším provozu olejové kogenerační jednotky na nezdegummovaný olej to může mít mnohdy katastrofické dopady na celou ekonomiku projektu.

Provoz olejových kogeneračních jednotek vyžaduje dodržování platné legislativy umožňující využití použitých rostlinných olejů v energetice. V práci jsou uvedeny informace ohledně předrealizační přípravy výstavby a provozu KJ na rostlinný olej a to včetně podnikatelského záměru a studie proveditelnosti, postupu pro úspěšné spuštění provozu KJ a místa instalace kogeneračních jednotek na rostlinný olej. Práce obsahuje souhrn zákonů a vyhlášek, popis dotací na výrobu elektrické energie a tepla a základní pravidla ohledně výkaznictví.

Návrh umístění kogenerační jednotky na rostlinný olej včetně dimenzování vyráběné elektrické energie a tepla je proveden na současně provozované KJ v rámci vysokoškolského komplexu. Jedná se o kogenerační jednotku SEV-DE 170P, jejíž technická specifikace je uvedena v tabulce 2.4 na straně 33. KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně je provozována již od roku 2011. V tabulce 4.6 na straně 55 jsou uvedeny minimální dodávky elektrické a tepelné energie KJ SEV-DE 170P v daném areálu, které vychází z údajů o minimálních spotřebách energií za poslední tři roky. Je uvažováno, že každý rok KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně dodá minimálně 1 220 MWh elektrické energie a 3 495 GJ tepla.

V práci jsou vypočítány jednotlivé varianty provozu kogenerační jednotky na rostlinný olej SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně (v režimu výkupní ceny a v režimu zeleného bonusu) a to pomocí používaných metod pro hodnocení efektivity investic a ziskovosti. Výpočty byly provedeny pomocí aplikace MS Excel a pro všechny varianty byly uvažovány stejné vstupní parametry (cena tepla, cena paliva, investiční náklady, atd.). Postupně jsou konkrétně rozebrány investiční náklady (tabulka 5.1), roční provozní náklady (tabulka 5.2), financování a průběh splácení úvěru projektu KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně. Celkové investiční náklady projektu KJ SEV-DE 170P byly v roce 2011 ve výši 5 550 000 Kč. Roční provozní náklady jsou

vyčísleny na 5 635 000 Kč, přičemž největší část tvoří palivové náklady. Pozornost je také upřena odpisům technologie KJ SEV-DE 170P v daném areálu. Zařízení je zařazeno do druhé odpisové skupiny, což znamená, že doba odpisování činí celkem 5 let. V prvním roce provozu se odepisuje 11 % z pořizovací ceny celé technologie (což je 610 500 Kč) a v druhém až pátém roce provozu se odepisuje vždy 22,25 % z pořizovací ceny celé technologie (což je 1 234 875 Kč). Výnosy z provozu KJ SEV-DE 170P v daném areálu jsou vypočítány dle vztahů (5.23), (5.24) a (5.25).

V samotném závěru práce jsou v tabulkách 5.12 až 5.20 podrobně rozebrány ekonomické výsledky jednotlivých variant provozu. Tabulka 5.20 uvádí pro lepší porovnatelnost hodnoty doby návratnosti (*PB*), reálné doby návratnosti (*RDN*), vnitřního výnosového procenta (*IRR*), čisté současné hodnoty (*NPV*) a indexu ziskovosti (*PI*) pro 4 varianty provozu (vždy buď s uvažováním inflace nebo bez uvažování inflace, a to v režimu výkupní ceny nebo zeleného bonusu). Při uvažování inflace (ostatně i bez uvažování inflace) vychází varianta provozu v režimu zeleného bonusu lépe než v režimu výkupní ceny. V režimu zeleného bonusu je doba návratnosti 3,37 let, reálná doba návratnosti 4,29 let, vnitřní výnosové procento 28,5 %, čistá současná hodnota 6 684 963 Kč a index ziskovosti 2,2. Naproti tomu v režimu výkupní ceny vychází doba návratnosti na 7,40 let, reálná doba návratnosti 14,12 let, vnitřní výnosové procento 10,53 %, čistá současná hodnota 169 464 Kč a index ziskovosti 1,03. Z toho lze usoudit, že provozování kogenerační jednotky na rostlinný olej v režimu zeleného bonusu je výhodnější. Již od samého spuštění provozu KJ SEV-DE 170P v areálu FSI VUT v Brně je prakticky zařízení provozováno pouze v režimu zeleného bonusu. Nese to ovšem s sebou větší rizika. Jednak je nutné zajistit odběr vyráběných energií v daném areálu „pro vlastní spotřebu“ a jednak lze konstatovat, že i když jsou obě výše podpor výroby energie z tohoto druhu OZE stanovovány každoročně v cenových rozhodnutích ERÚ, je výše zeleného bonusu hůře predikovatelnější než výše minimální výkupní ceny. Grafické vyhodnocení uvažovaných 4 variant výpočtu je přehledně uvedeno v kapitole 5.7 (obrázek 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 a 5.5), vždy pro jednu metodu hodnocení ekonomické efektivnosti.

Výsledek celkového hospodářství projektu KJ SEV-DE 170P umístěné v areálu FSI VUT v Brně provozované v určitém režimu je vždy závislý na přesnosti vstupních dat a hodnot. Je snadné hodnoty doplňovat zpětně za minulé roky a obtížné hodnoty určit a odhadnout pro nadcházející roky. Odhad budoucí výše podpor patří tedy mezi největší rizika provozu kogeneračních jednotek. Množství vyrobené elektrické energie a tepla a jejich následná prodejní cena (včetně podpory jejich výroby jakožto OZE v daném režimu) a cena používaného paliva jsou určující pro celou ekonomiku provozu.

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] MACOSZEK, Pavel. *Kvalita elektrické energie v distribučních sítích nn*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Jaromír BOK.
- [2] *Energetický regulační úřad* [online]. 2012 [cit. 2012-10-01]. Roční zpráva o provozu ES ČR 2011, Oddělení statistik ERÚ, Praha 2012. Dostupné z WWW: [http://www.eru.cz/user\\_data/files/statistika\\_elektro/rocní\\_zprava/2011/Rocni\\_zprava\\_ES\\_CR\\_FINAL.pdf](http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocní_zprava/2011/Rocni_zprava_ES_CR_FINAL.pdf).
- [3] *Ministerstvo zahraničních věcí České republiky* [online]. 2012-06-06 [cit. 2012-10-01]. Jaká je budoucnost obnovitelných zdrojů energie? Dostupné z WWW: [http://www.mzv.cz/representation\\_brussels/cz/udalosti\\_a\\_media/jaka\\_je\\_budoucnost\\_obnovitelných\\_zdroju.html](http://www.mzv.cz/representation_brussels/cz/udalosti_a_media/jaka_je_budoucnost_obnovitelných_zdroju.html).
- [4] *Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky, Energetika a suroviny, Energetický legislativa, Právní předpisy v eko energetice* [online]. 2010-10-11 [cit. 2012-10-01]. Národní akční plán České republiky pro energii z obnovitelných zdrojů. Dostupné z WWW: <http://www.mpo.cz/dokument79564.html>.
- [5] *Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky, Energetika a suroviny, Statistika, Obnovitelné zdroje energie* [online]. 2010-10-26 [cit. 2012-10-15]. Obnovitelné zdroje energie v roce 2010 - Výsledky statistického zjišťování. Dostupné z WWW: <http://www.mpo.cz/dokument91279.html>.
- [6] *Občanské sdružení biomasa 2010* [online]. 2010 [cit. 2012-10-15]. Definice a členění. Dostupné z WWW: <http://www.biomasa2010.cz/co-je-to/>.
- [7] *Svaz podnikatelů pro využití energetických zdrojů* [online]. 2010 [cit. 2012-10-22]. Energie z biomasy. Dostupné z WWW: <http://www.spvez.cz/pages/biomasa.htm>.
- [8] *Agroweb* [online]. 2009-02-07 [cit. 2012-10-22]. Fytomasa. Dostupné z WWW: <http://www.agroweb.cz/comments.php?id=441>.
- [9] *GEA Westfalia Separator Group* [online]. 2012 [cit. 2012-10-22]. Separator OSD 6-01-0.7. Dostupné z WWW: <http://www.westfalia-separator.com/products/product-finder/product-finder-detail/product/separator-osd-6-01-07.html>.
- [10] *Farmet* [online]. 2012 [cit. 2012-10-22]. Degumming. Dostupné z WWW: <http://www.farmet.cz/technologie-zpracovani-olejnin/degumming.html>.
- [11] *Český statistický úřad, Spotřeba potravin 2010* [online]. 2011-11-30 [cit. 2012-10-24]. Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů (na obyvatele za rok). Dostupné z WWW: <http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/p/2139-11>.
- [12] *Český statistický úřad, Obyvatelstvo - roční časové řady* [online]. 2012-06-01 [cit. 2012-10-24]. Pohyb obyvatelstva v Českých zemích 1785 - 2011, absolutní údaje. Dostupné z WWW: [http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/obyvatelstvo\\_hu](http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/obyvatelstvo_hu).
- [13] *Český statistický úřad* [online]. 2008 [cit. 2012-10-24]. Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů v letech 1920 až 2006. Dostupné z WWW: [http://www.czso.cz/csu/2008edicniplan.nsf/t/960035B528/\\$File/301408\\_01.pdf](http://www.czso.cz/csu/2008edicniplan.nsf/t/960035B528/$File/301408_01.pdf).
- [14] KRBEK, Jaroslav; POLESNÝ, Bohumil. *Kogenerační jednotky zřizování a provoz*. Praha: GAS s.r.o., 2007. 201 s. ISBN 978-80-7328-151-9.

- [15] DVORSKÝ, Emil; HEJTMÁNKOVÁ, Pavla. *Kombinovaná výroba elektrické a tepelné energie*. Praha: BEN technická literatura, 2005. 287 s. ISBN 80-7300-118-7.
- [16] *Mikrokogenerace* [online]. 2012-08-19 [cit. 2012-10-25]. Princip fungování Stirlingova motoru. Dostupné z WWW: <http://www.mikrokogenerace.cz/princip-fungovani-stirlingova-motoru/>.
- [17] *Gascontrol* [online]. 2006 [cit. 2012-10-25]. Mikroturbína Capstone C65. Dostupné z WWW: <http://www.gascontrol.cz/produkty/spalovaci-mikroturbiny-c65.html>.
- [18] ČEZ, ČEZ ENERGO [online]. 2012 [cit. 2012-10-27]. Možnosti provedení kogeneračních jednotek. Dostupné z WWW: <http://www.cez.cz/kogenerace/cs/o-kogeneraci/moznosti-provedeni-kogeneracnich-jednotek.html>.
- [19] SEVA Energie, AG. *BHKW Datenblatt Pflanzenöl SEV-DE 170P, SEV-DE 260P, SEV-MT 480P*. SEVA Energie AG - Biogas, Erdgas, Bioölaggregate, Blockheizkraftwerke, Netzersatzanlagen, Pflanzenöl BHKW, Rapsöl BHKW, 2009.
- [20] *SCHNELL* [online]. 2008 [cit. 2012-10-27]. Agregáty na rostlinný olej 180 kW/ 250 kW/ 265 kW. Dostupné z WWW: <http://international.schnellmotor.de/sm/cz/aggregat-1807-oel.php>.
- [21] *COGEN, Sdružení pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla* [online]. 2008 [cit. 2012-10-27]. Rukověť provozovatele kogenerační jednotky. Dostupné z WWW: <http://www.cogen.cz/download/127.pdf>.
- [22] *Ministerstvo životního prostředí České republiky, Obnovitelné zdroje energie* [online]. 2010 [cit. 2012-11-18]. *Obnovitelné zdroje energie*. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/obnovitelne\\_zdroje\\_energie](http://www.mzp.cz/cz/obnovitelne_zdroje_energie).
- [23] E.ON DISTRIBUCE, a.s. *Oznámení společnosti E.ON Distribuce, a.s.: Sdělení obchodním partnerům*. F.A. Gerstnera 2151/6, 370 49 České Budějovice, 2012.
- [24] *Energetický regulační úřad* [online]. 2010-11-08 [cit. 2012-11-08]. Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 2/2010 ze dne 8. listopadu 2010, kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných energetických zdrojů. Dostupné z WWW: [http://www.eru.cz/user\\_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/2\\_2010\\_OZE-KVET-DZ%20final.pdf](http://www.eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/2_2010_OZE-KVET-DZ%20final.pdf).
- [25] *Energetický regulační úřad* [online]. 2011-11-23 [cit. 2012-11-23]. Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 7/2011 ze dne 23. listopadu 2011, kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných energetických zdrojů. Dostupné z WWW: [http://www.eru.cz/user\\_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/2011/ER%20CR%207\\_2011OZEKVETDZ.pdf](http://www.eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/2011/ER%20CR%207_2011OZEKVETDZ.pdf).
- [26] *Energetický regulační úřad* [online]. 2012-12-27 [cit. 2012-12-27]. Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 4/2012 ze dne 26. listopadu 2012, kterým se stanovuje podpora pro podporované zdroje energie. Dostupné z WWW: [http://www.eru.cz/user\\_data/files/ERV/ERV8\\_2012.pdf](http://www.eru.cz/user_data/files/ERV/ERV8_2012.pdf).
- [27] *Energetický regulační úřad* [online]. 2012-11-30 [cit. 2013-02-25]. Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 5/2012 ze dne 30. listopadu 2012, kterým se stanovují ceny regulovaných služeb souvisejících s dodávkou elektřiny. Dostupné z WWW: [http://www.eru.cz/user\\_data/files/ERV/ERV9\\_2012.pdf](http://www.eru.cz/user_data/files/ERV/ERV9_2012.pdf).

- [28] *Český statistický úřad* [online]. 2011-04-27 [cit. 2013-02-25]. Tisková konference Energetická bilance České republiky. Dostupné z WWW: [http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/energeticka\\_bilance\\_ceske\\_republiky/\\$File/csu\\_tk\\_energeticka\\_bilance110427.pdf](http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/energeticka_bilance_ceske_republiky/$File/csu_tk_energeticka_bilance110427.pdf).
- [29] *VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství* [online]. 2013-02-25 [cit. 2013-02-25]. Dokumenty FSI VUT v Brně, Informace o činnosti FSI. Dostupné z WWW: <http://www.fme.vutbr.cz/dokumenty/dokufsi.html?iddm=143>.
- [30] *VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství* [online]. 2013-02-25 [cit. 2013-02-25]. Fakulta, mapa areálu, mapa areálu FSI. Dostupné z WWW: <http://www.fme.vutbr.cz/planek/?lang=0&iddm=1340>.
- [31] *Portál veřejné správy* [online]. 2013-02-25 [cit. 2013-02-25]. Vyhledávání v zákonech, Číslo předpisu 194/2007. Dostupné z WWW: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=64966&nr=194~2F2007&rpp=15#local-content>.
- [32] *VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství*, Výroční zpráva FSI za rok 2011, Dokumenty FSI VUT v Brně, Informace o činnosti FSI, 2012.
- [33] CHMELA, M. *Ekonomika a řízení* [elektronický text].
- [34] *Asociace energetických auditorů* [online]. 2011-03-26 [cit. 2013-03-10]. Vyhláška č. 213/2001 Ministerstva průmyslu a obchodu. Dostupné z WWW: [http://www.aeaonline.cz/?page=vyhlaska\\_213-2001](http://www.aeaonline.cz/?page=vyhlaska_213-2001).
- [35] *Zákony ČR onLine* [online]. 2013-03-10 [cit. 2013-03-10]. Zákon č. 586/1992 Sb. Dostupné z WWW: <http://www.zakonycr.cz/seznamy/586-1992-sb-zakon-ceske-narodni-rady-o-danich-z-prijmu.html>.
- [36] *Středoevropské centrum pro finance a management* [online]. 2013-03-10 [cit. 2013-03-10]. Diskontní sazba (Discount Rate). Dostupné z WWW: <http://www.finance-management.cz/080vypisPojmu.php?X=Diskontni+sazba&IdPojPass=116>.
- [37] *Energetický regulační úřad* [online]. 2012-11-06 [cit. 2013-04-26]. Informace Energetického regulačního úřadu o dosahovaných dobách návratnosti investic pro jednotlivé druhy obnovitelných zdrojů. Dostupné z WWW: [http://www.eru.cz/user\\_data/files/sdeleni\\_elektro2/121106\\_Dosahovan%C3%A1%20doba%20n%C3%A1vratnosti\\_Kategorie.pdf](http://www.eru.cz/user_data/files/sdeleni_elektro2/121106_Dosahovan%C3%A1%20doba%20n%C3%A1vratnosti_Kategorie.pdf).



## PŘÍLOHY

## Příloha A

Skupina	Popis druhu biomasy	Kategorie		
		Anaerobní fermentace (AF)	Procesy technické přeměny	
			Spoluspalování (S) Paralelní spalování (P)	Spalování a zplyňování čisté biomasy (O)
1	<p>a) cíleně pěstované energetické plodiny tj. plodiny, jejichž hlavní produkt je primárně určen k energetickým účelům, a biopaliva z nich vyrobená</p> <p>b) obiloviny a olejniny pěstované pro nepotravinářské využití, pouze pokud je energeticky využita celá rostlina (zrno a sláma) a biopaliva z nich vyrobená, přičemž v průběhu zpracování na palivo nesmí dojít k oddělení zrna a slámy nebo semena a slámy</p> <p>c) cíleně pěstované energetické dřeviny, tj. dřeviny vypěstované mimo lesní půdu, jejichž hmota, vyjma asimilačních orgánů, je zcela využita k energetickým účelům a biopaliva z nich vyrobená</p>	AF	S1, P1	O1
2	<p>a) sláma obilovin a olejin, sláma kukuřice na zrno a biopaliva z ní vyrobená včetně vedlejších a zbytkových produktů z jejich zpracování</p> <p>b) znehodnocené zrno potravinářských obilovin a semeno olejin, a biopaliva z nich vyrobená včetně vedlejších a zbytkových produktů z jejich zpracování</p> <p>c) ostatní rostlinná pletiva, rostliny a části rostlin použité jako biopalivo, jejich vedlejší a zbytkové produkty, biopaliva z nich vyrobená</p> <p>d) rostliny uvedené v příloze č. 2 této vyhlášky, avšak pouze v případě, pokud se jedná výlučně o využití biomasy vzniklé odstraněním těchto rostlin na jejich stávajících stanovištích, a biopaliva z nich vyrobená</p> <p>e) ostatní zbytková biomasa v podobě kalů z praní, čištění, extrakce, loupání, odstředování a separace, včetně zbytkové biomasy ze zpracování ovoce, zeleniny, obilovin, jedlých olejů, kaka, kávy a tabáku, z mlékařského, konzervářského, cukrovarnického, pivovarnického a tabákového průmyslu, z výroby droždí a kvasničného extraktu, z přípravy a kvašení melasy, z pekáren a výroby cukrovinek, výroby alkoholických a nealkoholických nápojů a další obdobná biomasa, která je nevhodná ke spotřebě nebo pro další zpracování a dále biopaliva, z nich vyrobená</p>	AF	S2, P2	O2

Skupina	Popis druhu biomasy	Kategorie		
		Anaerobní fermentace (AF)	Procesy technické přeměny	
			Spoluspalování (S)	Spalování a zplyňování čisté biomasy (O)
		Paralelní spalování (P)		
2	f) travní hmota z údržby trvalých travních porostů a z biomasy z údržby veřejné i soukromé zeleně, včetně údržby tratí, vodotečí, ochranných pásem apod., kromě dřeva, v případě přímého termického využití pouze biopaliva z ní vyrobená	AF	S2, P2	O2
	g) zbytková hmota z těžby dřeva, tzv. nehroubí, tj. dřevo do průměru 6 cm, biopaliva z ní vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty jejího zpracování (tzv. zelená štěpka), hroubí do délky 1 metru, biopaliva z něho vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty jejího zpracování, biomasa z probírek a prořezávek (vzniklá v lese), dřevní hmota z údržby veřejné i soukromé zeleně (včetně tratí, vodotečí, rozvodů elektřiny apod.), biopaliva z této zbytkové hmoty vyrobená (tzv. zelená štěpka apod.) a vedlejší a zbytkové produkty jejich zpracování, jinak nevyužitelné dřevo a biopaliva z něj vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty z jeho zpracování			
	h) použité dřevo, použité výrobky vyrobené ze dřeva a dřevěných materiálů, dřevěné obaly, při splnění ostatních požadavků, biopaliva z nich vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty z jeho zpracování			
	i) zbytková dřevní hmota vznikající při výrobě celulózy, vyjma kůry, biopaliva z této zbytkové dřevní hmoty vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty z jejího zpracování			
	j) kompost nevyhovující jakosti nebo určený k energetickému využití (energetický kompost) a tvarované nebo jiné biopalivo z něj vyrobené, vyplozené substráty z pěstování hub v podobě energetického kompostu			
	k) biopaliva vyrobená z kalů z čištění, odpadních vod, vzniklých v aeračních nádržích při biologickém zpracování odpadních vod nebo při biologickém procesu čištění, a separovaných sedimentací nebo flotací, s vyloučením ostatních kalů a usazenin z vodních těles			
	l) výměť z rozvlákňování odpadního papíru a lepenky, výměťová vlákna a biopaliva z nich vyrobená			
	m) druhotně nevyužitelný papír a lepenka a biopaliva z nich vyrobená			
	n) kaly z mechanického oddělování obsahující vlákna biopaliva z nich vyrobená			
	o) vlákninové kaly vznikající v sedimentačních nádržích při čištění odpadních vod z produkce papíru a celulózy separované sedimentací nebo flotací, výplně a povrchové vrstvy z mechanického třídění a biopaliva z nich vyrobená			

Skupina	Popis druhu biomasy	Kategorie		
		Anaerobní fermentace (AF)	Procesy technické přeměny	
			Spoluspalování (S)	Spalování a zplyňování čisté biomasy (O)
		Paralelní spalování (P)		
2	p) deikingové kaly	AF	S2, P2	O2
	q) zbytková biomasa z kožedělného a textilního průmyslu a biopaliva z nich vyrobená			
3	a) piliny, biopaliva z nich vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty jejich zpracování	-	S3, P3	O3
	b) hoblíny, biopaliva z nich vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty jejich zpracování			
	c) bílá a hnědá štěpka vzniklá při pilařském zpracování odkorněného a neodkorněného dřeva			
	d) odřezky a dřevo určené pro materiálové využití, biopaliva z nich vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty jejich zpracování			
	e) materiál vznikající při pilařském zpracování dřeva, tj. zejména krajiny, odřezy, řezivo, biopaliva z něj vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty jeho zpracování			
	f) palivové dřevo			
	g) sulfátový, sulfitový výluh, surové tálové mýdlo a biopaliva z nich vyrobená			
4	a) zbytkový jedlý olej a tuk, směs tuků a olejů z odlučovače tuků obsahující pouze jedlé oleje a jedlé tuky a dále biopaliva z nich vyrobená, včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování	AF	S3, P3	O3
	b) zbytkové produkty z destilace lihu, výpalky a obdobné rostlinné zbytky a vedlejší produkty z rostlin a dále biopaliva z nich vyrobená, včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování			
	c) rostlinné oleje a živočišné tuky s výjimkou živočišných tuků podle právního předpisu evropských společenství <sup>5)</sup> a palivo vyrobené výlučně z rostlinných olejů nebo živočišných tuků			
	d) alkoholy vyráběné z biomasy			
	e) ostatní kapalná biopaliva			
	f) kůra			

Skupina	Popis druhu biomasy	Kategorie		
		Anaerobní fermentace (AF)	Procesy technické přeměny	
			Spoluspalování (S)	Spalování a zplyňování čisté biomasy (O)
		Paralelní spalování (P)		
5	a) zpracované produkty pocházející z živočišných materiálů kategorie 2 a 3, podle právního předpisu evropských společenství), nezpracovaných živočišných materiálů, kalů z praní a čištění živočišných tkaní kategorie 3, podle právního předpisu evropských společenství, mléka mleziva, hnoje a obsahu trávicího traktu vyjmutého z trávicího traktu, vše kategorie 3, podle právního předpisu evropských společenství '5), v případě těchto materiálů kategorie 2 podle právního předpisu evropských společenství '5), tj. pouze pokud jsou předem tepelně zpracovány a dále biopaliva vyrobená z těchto materiálů, včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování (biopaliva a vedlejší produkty z materiálů kategorie 2)	AF	-	-
	b) masokostní moučka pouze kategorie 2 a 3 podle právního předpisu evropských společenství 5) a biopaliva z ní vyrobená včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování			
	c) kafilerní tuk pouze kategorie 2 a 3 podle právního předpisu evropských společenství '5) a biopaliva z něj vyrobená včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování			
	d) zemědělské meziprodukty z živočišné výroby vznikající při chodu hospodářských zvířat, včetně tuhých a kapalných exkrementů s původem živočišné výroby a včetně znečištěné slámy a biopaliva z nich vyrobená včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování			
	e) biologicky rozložitelné zbytky z kuchyní a stravoven a biopaliva z nich vyrobená včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování			
	f) biologicky rozložitelná část vyříděného průmyslového a komunálního odpadu pocházející z odděleného sběru nebo procesu mechanicko-biologické úpravy, s vyloučením biomasy zpracovávané v procesu čištění odpadních zbytkových produktů jejich zpracování			

## Příloha B

den v měsici	spotřeba den [kWh]	1/4hod max [kW]	1/4hod min [kW]	spotřeba den [kWh]	1/4hod max [kW]	1/4hod min [kW]	spotřeba den [kWh]	1/4hod max [kW]	1/4hod min [kW]
1	5 972	300	206	9 038	460	308	8 031	424	264
2	8 922	504	274	14 032	884	387	16 520	1 172	404
3	7 131	348	254	15 052	1 100	358	16 171	1 064	427
4	7 621	392	257	16 041	1 056	423	17 297	1 292	402
5	13 059	1 012	293	13 755	916	359	17 515	1 208	441
6	14 615	1 080	343	13 283	1 092	281	13 799	988	335
7	14 258	1 072	329	7 919	384	284	8 426	400	308
8	13 285	944	325	8 146	432	267	7 875	416	259
9	12 655	772	360	15 757	1 100	392	15 955	1 180	375
10	9 083	424	338	16 449	1 200	391	15 642	1 032	412
11	8 338	412	293	15 105	944	420	14 365	1 012	354
12	13 587	876	366	14 237	900	391	14 770	904	419
13	15 014	972	403	13 228	908	335	12 779	892	318
14	14 829	1 128	338	7 791	356	296	7 432	372	258
15	13 831	896	371	8 114	416	275	7 459	380	254
16	12 629	960	288	14 609	1 012	366	14 864	1 128	340
17	7 831	364	292	15 043	936	420	16 204	1 204	379
18	8 678	460	284	15 032	896	438	14 966	1 060	367
19	13 188	1 028	294	14 657	1 040	359	16 155	1 136	399
20	13 912	904	372	12 804	868	328	13 398	1 056	295
21	14 388	1 096	328	8 612	412	313	7 436	340	282
22	14 300	1 012	351	8 631	420	308	8 074	420	269
23	14 466	1 140	319	14 228	904	389	14 772	1 216	312
24	7 812	404	262	14 418	1 004	359	11 131	1 144	188
25	7 505	368	266	14 855	1 044	367	10 056	892	197
26	13 052	920	321	14 877	1 120	343	10 210	1 020	177
27	13 977	884	384	12 769	840	337	11 876	984	249
28	13 800	888	372	8 166	440	263	7 501	372	263
29	14 200	980	357	-	-	-	8 450	412	301
30	13 283	884	347	-	-	-	14 994	1 020	383
31	8 921	444	311	-	-	-	15 524	1 032	405
<b>souhrn</b>	<b>364 142</b>	<b>1 140</b>	<b>206</b>	<b>356 648</b>	<b>1 200</b>	<b>263</b>	<b>389 647</b>	<b>1 292</b>	<b>177</b>

den v měsíci	spotřeba den [kWh]	1/4hod max [kW]	1/4hod min [kW]	spotřeba den [kWh]	1/4hod max [kW]	1/4hod min [kW]	spotřeba den [kWh]	1/4hod max [kW]	1/4hod min [kW]
	2009 duben			2009 květen			2009 červen		
1	15 103	1 084	365	6 500	400	183	11 705	908	262
2	13 461	880	357	6 500	400	183	12 407	936	286
3	11 878	872	281	6 500	400	183	12 380	924	288
4	7 927	416	262	13 492	951	332	12 378	896	297
5	7 862	388	277	12 868	955	301	10 851	812	252
6	13 894	876	383	12 639	892	311	7 078	352	247
7	14 441	1 028	352	12 748	885	319	6 125	348	187
8	13 811	892	371	6 500	400	183	11 259	804	274
9	12 414	868	308	6 500	400	183	12 735	972	290
10	11 245	904	243	6 500	400	183	13 325	1 052	293
11	6 946	360	233	10 381	884	212	12 621	936	295
12	6 382	332	213	12 262	796	328	10 711	724	275
13	6 759	372	213	11 223	748	292	5 817	260	226
14	13 654	968	334	11 546	752	308	5 737	272	210
15	13 433	928	338	9 766	860	193	11 273	692	319
16	13 841	992	335	5 239	280	170	11 557	912	254
17	12 396	948	281	5 714	76	746	11 619	780	300
18	6 385	300	236	10 693	888	224	11 795	728	332
19	6 264	360	189	12 636	800	347	11 853	948	257
20	12 492	972	279	12 442	796	338	8 070	408	277
21	12 868	880	327	12 106	752	338	6 946	376	223
22	10 639	980	201	11 218	736	297	11 583	768	303
23	10 748	812	247	6 451	292	247	12 164	772	333
24	9 502	904	173	6 904	332	249	12 338	792	334
25	6 113	296	219	11 908	820	300	11 470	744	307
26	5 747	260	221	11 656	752	314	11 192	900	242
27	10 942	816	255	12 528	764	357	7 262	352	260
28	13 371	880	353	12 270	888	294	6 702	348	224
29	11 379	932	241	11 548	748	310	9 943	812	211
30	9 548	832	190	6 725	332	236	9 738	1 000	165
31	-	-	-	7 364	400	235	-	-	-
<b>souhrn</b>	<b>321 445</b>	<b>1 084</b>	<b>173</b>	<b>303 327</b>	<b>955</b>	<b>170</b>	<b>310 634</b>	<b>1 052</b>	<b>165</b>

den v měsíci	spotřeba den [kWh]	1/4hod max [kW]	1/4hod min [kW]	spotřeba den [kWh]	1/4hod max [kW]	1/4hod min [kW]	spotřeba den [kWh]	1/4hod max [kW]	1/4hod min [kW]
	2009 červenec			2009 srpen			2009 září		
1	11 927	784	315	5 332	240	206	9 674	616	264
2	13 688	828	393	5 803	68	860	10 812	648	313
3	10 797	644	314	7 795	592	178	10 708	852	234
4	6 439	292	247	9 080	548	261	10 549	688	281
5	6 329	288	241	9 231	552	268	6 133	300	218
6	7 027	364	236	8 964	528	264	5 812	288	204
7	11 932	848	291	9 309	516	292	10 635	652	301
8	12 267	840	311	6 172	316	209	11 003	860	244
9	11 412	888	255	5 860	292	204	11 144	772	279
10	9 981	828	209	8 748	540	246	10 770	824	244
11	6 188	284	234	9 697	612	267	10 191	568	317
12	6 441	372	194	10 733	740	270	6 623	348	219
13	11 335	660	338	9 980	624	277	6 486	348	210
14	11 457	836	273	9 134	660	219	10 243	708	257
15	10 346	620	300	6 670	348	222	10 411	660	285
16	9 849	652	258	5 849	324	183	11 388	784	287
17	9 038	564	251	10 113	612	290	11 829	964	252
18	4 809	232	173	10 377	628	298	10 830	660	309
19	5 034	236	186	10 573	748	259	6 655	324	237
20	8 398	548	223	10 265	760	241	6 497	328	223
21	8 169	576	201	9 275	700	213	12 543	864	316
22	7 951	620	177	6 107	280	231	12 595	844	326
23	5 678	276	203	6 040	352	180	12 674	860	324
24	7 770	516	203	10 045	764	229	13 150	820	366
25	5 366	252	198	10 140	616	290	11 171	744	291
26	5 315	300	163	10 927	828	250	6 462	296	245
27	6 962	464	181	9 994	836	207	6 374	292	242
28	8 344	492	246	9 666	568	286	6 691	320	243
29	9 049	576	247	6 968	356	237	13 849	956	348
30	8 258	468	253	6 660	356	216	15 022	1 048	374
31	7 701	440	234	9 490	672	233	-	-	-
<b>souhrn</b>	<b>265 257</b>	<b>888</b>	<b>163</b>	<b>264 997</b>	<b>836</b>	<b>178</b>	<b>298 924</b>	<b>1 048</b>	<b>204</b>

den v měsíci	spotřeba den [kWh]	1/4hod max [kW]	1/4hod min [kW]	spotřeba den [kWh]	1/4hod max [kW]	1/4hod min [kW]	spotřeba den [kWh]	1/4hod max [kW]	1/4hod min [kW]
	2009 říjen			2009 listopad			2009 prosinec		
1	14 377	1 072	335	5 024	400	175	17 761	1 160	472
2	11 998	844	296	16 023	400	1 114	17 154	1 072	477
3	6 939	344	243	17 656	400	1 353	16 987	1 104	454
4	7 192	392	229	17 311	951	547	16 263	1 064	432
5	14 423	1 052	343	16 734	955	509	10 238	468	389
6	15 103	1 016	390	14 489	892	409	10 151	528	339
7	14 436	1 052	344	7 800	885	203	17 899	1 180	471
8	15 340	1 072	381	7 495	400	244	18 128	1 244	459
9	12 810	940	303	16 587	400	1 194	17 375	1 176	446
10	7 078	344	253	16 672	400	1 206	16 511	1 164	407
11	6 793	364	220	16 923	884	562	16 150	1 108	409
12	16 408	1 100	425	16 021	796	560	10 143	512	349
13	16 243	1 172	391	14 531	748	490	10 194	552	327
14	16 358	1 100	422	8 002	752	181	9 512	1 112	168
15	16 650	1 124	428	8 469	860	184	14 188	1 120	312
16	14 077	976	352	15 033	280	1 401	18 772	1 148	533
17	8 868	464	294	9 336	76	1 991	17 487	1 116	476
18	7 855	364	294	16 063	888	504	15 418	1 020	405
19	16 822	1 168	421	15 171	800	499	9 235	452	328
20	17 385	1 216	432	13 725	796	411	9 586	408	391
21	16 242	1 124	407	8 441	752	182	9 722	716	229
22	15 593	1 068	395	8 356	736	180	11 629	664	354
23	14 695	1 040	360	16 958	292	1 710	9 931	552	310
24	8 607	448	287	16 689	332	1 456	7 548	380	260
25	8 176	436	266	16 000	820	542	7 656	364	280
26	16 466	1 128	417	16 553	752	633	8 098	360	316
27	15 921	1 060	415	14 681	764	490	8 412	380	323
28	9 792	556	299	8 723	888	196	10 092	528	335
29	16 386	1 148	406	8 656	748	174	10 547	736	262
30	11 877	868	282	16 889	332	1 492	11 182	740	293
31	3 802	336	75	-	-	-	8 933	460	301
<b>souhrn</b>	<b>394 712</b>	<b>1 216</b>	<b>75</b>	<b>401 011</b>	<b>955</b>	<b>174</b>	<b>363 902</b>	<b>1 244</b>	<b>168</b>