

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**

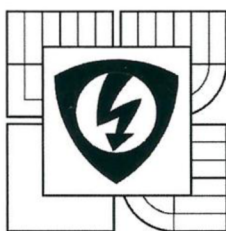
ZDROJE ELEKTRICKÉ A TEPELNÉ ENERGIE

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS**

**AUTOR PRÁCE
AUTHOR**

STANISLAV KOSEK

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Stanislav Kosek

Ročník: 3

ID: 154772

Akademický rok: 2014/15

NÁZEV TÉMATU:

Zdroje elektrické a tepelné energie

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Zmapování současného stavu energetických výroben v ČR.
2. Fyzikální popis pracovních principů jednotlivých zdrojů.
3. Zhodnocení budoucího vývoje v oblasti výroby energií s ohledem na současný stav.
4. Systémový návrh energetického zdroje pro definovaný objekt v kontextu predikce budoucího vývoje.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 9. 2. 2015

Termín odevzdání: 28.5.2015

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce:





doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské 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:

KOSEK, S. *ZDROJE ELEKTRICKÉ A TEPELNÉ ENERGIE*. BRNO: VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ, 2015. 47 s. VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE DOC. ING. PETR MASTNÝ, PH.D..

Poděkování

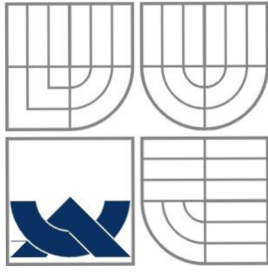
Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Petrovi Mastnému, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Jiřímu Vencáčkovi ze společnosti StavProjekt, který mi velmi pomohl s návrhem energetického zdroje. Nakonec bych rád poděkoval své rodině, která mě celou dobu podporovala v této práci a při studiu.

V Brně dne:

.....

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské 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.

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



**Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Ústav elektroenergetiky**

Bakalářská práce

Zdroje elektrické a tepelné energie

Stanislav Kosek

vedoucí: doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2015

Brno



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



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



Bachelor's Thesis

Electric and heat energy sources

by

Stanislav Kosek

Supervisor: doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.

Brno University of Technology, 2015

Brno

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je seznámení s různými typy zdrojů elektrické energie v České republice. Budu se zabývat všemi typy elektráren, nacházející se v ČR a zmíním i elektrárny, které u nás nemají takový potenciál využití jako jinde ve světě.

Zhruba třetinové zastoupení mají v ČR jaderné elektrárny, které jsou pro okolní prostředí méně škodlivé než elektrárny tepelné. Je to způsobené tím, že jaderné elektrárny vypouštějí do ovzduší pouze vodní páry z chladicích věží, kdežto komíny tepelných elektráren odcházejí do ovzduší různé škodlivé plyny i přes snahu je co nejvíce zredukovat. Dále už zmíněné tepelné elektrárny, které k výrobě elektrické energie potřebují převážně fosilní paliva, jako jsou černé nebo hnědé uhlí. Některé z těchto elektráren jsou navrženy tak, aby mohly spalovat biomasu, jako je například dřevní štěpka, kůra a jiný odpad z dřevozpracujícího průmyslu. Nakonec jsou tu obnovitelné zdroje energie, které se jeví jako nejčistší zdroj elektrické energie. Ovšem tenhle typ má jeden háček: Nelze je stavět všude. Jako příklad uvedu větrnou elektrárnu. Tento typ elektrárny není efektivní postavit tam, kde fouká málo, proto se obvykle staví na výše položených místech.

KLÍČOVÁ SLOVA: Jaderné elektrárny; Tepelné elektrárny; Paroplynové elektrárny; Vodní elektrárny; Solární elektrárny; Geotermální elektrárny

ABSTRACT

This thesis deals with different types of electric power sources in the Czech Republic. It describes power plants located in the Czech Republic and also those which do not have such potential of use in the Czech Republic, but are used much more elsewhere in the world.

In the Czech Republic approximately one third of power plants are nuclear. They are less harmful to the environment than thermal power plants, because they leave out to their surroundings only water vapour from the cooling towers, while thermal ones leave out various harmful gases despite the effort to reduce them as much as possible. Thermal power plants use mostly fossil fuels such as black or brown coal to generate electricity. Some of them are designed to be able to burn biomass, e.g. wood chips, bark or another wood processing industry waste. Finally, renewable energy sources are depicted in this thesis. They appear to be the cleanest source of electricity, but the problem is that this type of power plants cannot be build anywhere. We can take a wind power plant as an example. It is not effective to build it in a windless place and that is why they are build on a higher located places.

KEY WORDS: Nuclear power plants; Thermal power plants; Combined cycle power plants; Hydroelectric power plants; Solar power plants; geothermal power plants

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	10
SEZNAM TABULEK	11
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	12
1 ÚVOD.....	14
2 JADERNÉ ELEKTRÁRNY	15
2.1 PRINCIP ČINNOSTI JADERNÉ ELEKTRÁRNY	15
2.2 URAN.....	15
2.2.1 CHEMICKÉ VLASTNOSTI.....	16
2.2.2 TĚŽBA A ZÁSoby V ČESKÉ REPUBLICE.....	16
2.2.3 OBOHACOVÁNÍ URANU	16
2.3 JADERNÉ ELEKTRÁRNY V ČESKÉ REPUBLICE.....	17
2.3.1 JADERNÁ ELEKTRÁRNA DUKOVANY (EDU).....	17
2.3.2 JADERNÁ ELEKTRÁRNA TEMELÍN.....	17
3 UHELNÉ ELEKTRÁRNY	18
4 PAROPLYNOVÉ ELEKTRÁRNY	20
4.1 SPALOVACÍ TURBÍNA	21
4.2 VÝHODY A NEVÝHODY PAROPLYNOVÉ ELEKTRÁRNY	21
5 SOLÁRNÍ A FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY	22
5.1 PŘÍMÁ PŘEMĚNA	22
5.2 NEPŘÍMÁ PŘEMĚNA	22
6 VODNÍ ELEKTRÁRNY	23
6.1 MALÉ VE.....	23
6.2 PŘEČERPÁVACÍ VE.....	24
6.3 PŘÍLIVOVÉ VE.....	24
7 VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY	25
8 GEOTERMÁLNÍ ELEKTRÁRNY	26
9 BIOPLYNOVÉ STANICE	27
9.1 ROZDĚLENÍ BIOPLYNOVÝCH STANIC.....	28
9.1.1 ZEMĚDĚLSKÉ BS.....	28
9.1.2 PRŮMYSLOVÉ BS.....	29
9.1.3 KOMUNÁLNÍ BS	29
10 ZHODNOCENÍ BUDOUCÍHO VÝVOJE V OBLASTI VÝROBY ENERGIÍ S OHLEDEM NA SOUČASNÝ STAV	30
11 SYSTÉMOVÝ NÁVRH ENERGETICKÉHO ZDROJE PRO DEFINOVANÝ OBJEKT	32
11.1 STAVEBNÍ PRVKY A KONSTRUKCE BUDOVY	32
11.2 VĚTRÁNÍ BUDOVY	34
11.3 PŘÍPRAVA TEPLÉ UŽITKOVÉ VODY.....	34
11.4 NÁVRH VYBAVENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TUV	36
11.5 SPOTŘEBA A CENA ZEMNÍHO PLYNU.....	38

11.6 ELEKTRICKÁ ENERGIE	40
12 ZÁVĚR.....	45
POUŽITÁ LITERATURA	46

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Princip uspořádání jaderné elektrárny s tlakovodním reaktorem</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 2: Schéma uhelné elektrárny.....</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 3: Schéma paroplynové elektrárny</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 4: Příklad solárních panelů</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 5: Malá vodní elektrárna – Bakov nad Jizerou</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 6: Schéma přečerpávací VE.....</i>	<i>24</i>
<i>Obrázek 7: Schéma slapové elektrárny.....</i>	<i>24</i>
<i>Obrázek 8: Schéma geotermální elektrárny.....</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 9:Princip funkce bioplynové stanice</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 10: Mapa bioplynových stanic a elektráren v ČR.....</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 11: Vývoj a struktura primárních energetických zdrojů</i>	<i>31</i>
<i>Obrázek 12: Průběh potřeby tepla na ohřev TUV pro 1 osobu na 1 den.....</i>	<i>35</i>
<i>Obrázek 13: Plynový závěsný kondenzační kotel Viessmann vitodens 200-W.....</i>	<i>37</i>
<i>Obrázek 14: Nepřímohřívání zásobníkový ohřivač TUV Viessmann vitocell 100-B.....</i>	<i>37</i>
<i>Obrázek 15: Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků ETL ekotherm HVDT II</i>	<i>37</i>
<i>Obrázek 16: Graf spotřeby plynu pro rok 2014</i>	<i>39</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Legenda k obrázku 3</i>	20
<i>Tabulka 2: Legenda k obrázku 9</i>	28
<i>Tabulka 3: Konstrukce obálky budovy a tepelné ztráty prostupem</i>	32
<i>Tabulka 4: Požadavky na větrání obytných budov</i>	34
<i>Tabulka 5: Spotřeba plynu bytového domu v m³</i>	38
<i>Tabulka 6: Spotřeba plynu za rok 2014</i>	38
<i>Tabulka 7: Cena spotřebovaného plynu za rok 2014 (Jednotkové ceny od společnosti Pražská plynárenská a.s.)</i>	40
<i>Tabulka 8: Instalovaná svítidla v budově, jejich roční spotřeba a náklady na nákup elektřiny (cena za rok 2005), (Zdroj: energetický audit)</i>	40
<i>Tabulka 9: Instalované spotřebiče v budově, jejich roční spotřeba a náklady na nákup elektřiny (cena za rok 2005), (Zdroj: energetický audit)</i>	41
<i>Tabulka 10: Přehled spotřeby elektrické energie pro 1 byt</i>	43
<i>Tabulka 11: Regulované platby související s dodávkou elektřiny (bez DPH)</i>	43
<i>Tabulka 12: Platby za silovou elektřinu (bez DPH)</i>	43

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

A_J	Plocha konstrukce obálky budovy
BS	Bioplynová stanice
c	Měrná tepelná kapacita vody
CO_2	Oxid dusičitý
ČR	Česká republika
EDU	Jaderná elektrárna Dukovany
ERÚ	Energetický regulační úřad
n	Uvažovaný počet osob v budově
NO_x	Oxidy dusíku
OZE	Obnovitelné zdroje energie
Q_0	Tepelná ztráta prostupem jednotlivými prvky budovy
Q_{2P}	Teplo dodané ohřivačem vody během periody
Q_{2t}	Potřeba tepla na ohřev vody pro 1 osobu na 1 den
Q_{2tn}	Normovaná potřeba tepla na ohřev vody pro 1 osobu na 1 den
Q_{2t5-17}	Potřeba teplé užitkové vody od 5 do 17 h
$Q_{2t17-21}$	Potřeba teplé užitkové vody od 17 do 21 h
$Q_{2t21-24}$	Potřeba teplé užitkové vody od 21 do 24 h
Q_{2z}	Teplo ztracené při ohřevu a distribuci TUV
Q_i	Instalovaný výkon kotelny
SO_2	Oxid siřičitý
U_J	Vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla
UF_6	Fluorid uranový (hexafluorid uranu)
TUV	Teplá užitková voda
t_i	Teplota interiéru
t_e	Teplota exteriéru
t_{sv}	Teplota studené vody
t_{tuv}	Teplota teplé vody
V_Z	Velikost zásobníku
VE	Vodní elektrárna
VVER	Vodo-vodní energetické reaktory
z	Normovaný součinitel
Φ_{1n}	Jmenovitý tepelný výkon ohřevu

Φ_{pr}	Celková tepelná ztráta prostupem
ϕ_{vm}	Tepelná ztráta větráním

1 ÚVOD

V současnosti je lidstvo na elektrické energii závislé, ale ne každý se zajímá o to, odkud se daná energie bere nebo co je k její výrobě potřeba.

Co to vlastně energie je? Elektrickou energii definujeme jako schopnost elektromagnetického pole konat elektrickou práci. Jednoduchým vyjádřením vztahu energie, hmoty a rychlosti je speciální teorie relativity. Kromě elektrické energie rozlišujeme ještě energii mechanickou, chemickou, tepelnou, elektromagnetického vlnění a fyzikálních vazeb. Energie má jednotku joule J (v základních jednotkách SI: $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$), ale v energetice se spíše používá jednotky kW.h, což odpovídá 3,6 MJ.

Každý pohyb je ve skutečnosti procesem přeměny jedné formy energie v jinou, většinou využitelné formy v nevyužitelnou. Nejen práce hmatatelná, mechanická, ale i procesy skryté, okem neviditelné, jsou podmíněny existencí využitelné energie. Na konci procesu zůstává minimum "původní", přeměnitelné, energie a dokončený proces. Původní energie se jakoby spotřebovala.

V dnešní době existuje několik druhů elektráren. Jako hlavní dělení bych uvedl elektrárny spotřebovávající palivo z neobnovitelných zdrojů a elektrárny, které produkují elektrickou energii z obnovitelných zdrojů (OZE). Do prvně zmíněné kategorie patří elektrárny jaderné, uhelné a paroplynové. Do druhé kategorie se řadí elektrárny vyrábějící elektrickou energii ze slunečního záření (solární nebo fotovoltaické), z vody (vodní), z větru (větrné) nebo z teplých pramenů (geotermální). Také by se sem dala zařadit bioplynová stanice.

V následující části této práce podrobněji popíšu uvedené typy elektráren, jejich funkci, případně palivo, pokud se jedná o elektrárny vyrábějící elektrickou energii z neobnovitelných zdrojů.

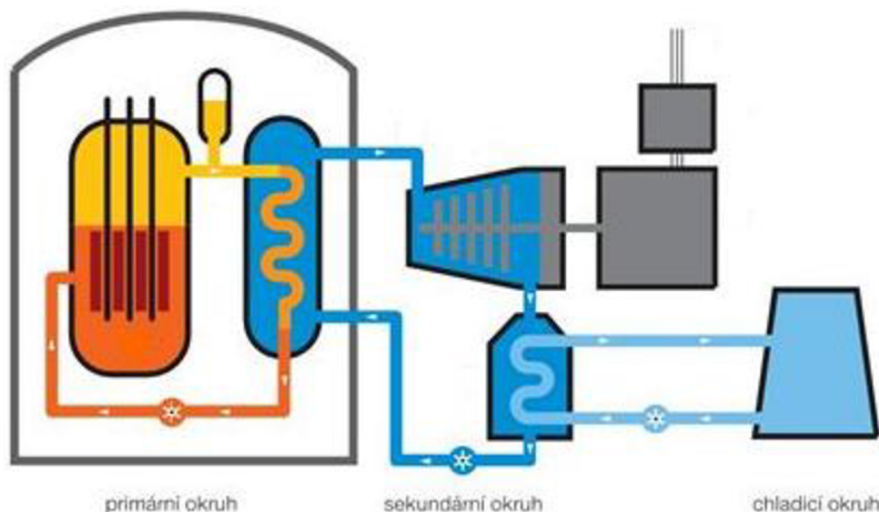
Na konci této práce se pokusím vytvořit návrh energetického zdroje pro definovaný objekt v kontextu predikce budoucího vývoje.

2 JADERNÉ ELEKTRÁRNY

V této kapitole se budu zabývat principem činnosti jaderných elektráren (JE), a jaké palivo k výrobě elektrické energie využívají. Také zde uvedu pár informací o dvou jaderných elektrárnách v České republice a to JE Dukovany a JE Temelín.

2.1 Princip činnosti jaderné elektrárny

Nyní vysvětlím princip činnosti jaderných elektráren v České republice. ČR využívá v obou jaderných elektrárnách tři okruhový systém. Primární, sekundární a terciární, zvaný také chladicí.



Obrázek 1: Princip uspořádání jaderné elektrárny s tlakovodním reaktorem
(Modifikováno z: [1])

Na obrázku 1 je vidět schéma jaderné elektrárny s tlakovodním reaktorem. V primárním okruhu, konkrétně v aktivní zóně reaktoru se mění energie uranu 235 za pomoci řízené štěpné reakce na tepelnou energii. V aktivní zóně se nachází palivové soubory (kazety), které jsou tvořeny palivovými proutky obsahujícími palivo (obohacený uran 235). Jako chladivo se používá voda z primárního okruhu, která zároveň slouží jako moderátor. K rychlé změně výkonu se používají absorpční tyče, k pomalé změně výkonu dochází změnou koncentrace bóru v chladivu. Teplo z reaktoru se do sekundárního okruhu předává přes tepelné výměníky – parogenerátory. Trubky parogenerátorů zároveň oddělují primární a sekundární okruh. Tím pádem se radioaktivní látky nemohou dostat z primárního do sekundárního okruhu. V parogenerátorech se na základě tepelné výměny stává z vody sytá pára, která roztáčí turbínu (z tepelné energie se stane mechanická). Turbína je spojena přes hřídel s generátorem, který mechanickou energii vytvořenou turbínou mění na elektrickou. Až pára projde turbínou, odvádí se do kondenzátoru, kde je ochlazená a opět přeměněna na vodu. Chlazení kondenzátorů zajišťuje voda z terciárního (chladicího) okruhu. Tato teplo odebírající voda je odváděna do chladících věží, kde se zbytkové teplo odvádí do ovzduší. Elektrická energie vyrobená generátorem se přenáší do sítě vysokého napětí.

2.2 Uran

Prvek objevil v roce 1789 Martin Heinrich Klaproth, v čisté formě byl uran izolován roku 1841 Eugene-Melchior Peligotem. Je pojmenován po planetě Uran [2].

2.2.1 Chemické vlastnosti

Uran je stříbrně bílý, lesklý, tvrdý, tvárný radioaktivní kov, patřící mezi aktinoidy. Na vzduchu postupně tmavne – pokrývá se vrstvou oxidů. Rozemletý na prášek je samozápalný. Není příliš tvrdý a dá se při normální teplotě kovat nebo válcovat. Při zahřívání se stává nejprve křehkým, při ještě větší teplotě je však plastický. Hustota uranu při 20 °C je cca 19 050 kg.m⁻³, při teplotě varu je hustota uranu cca 17 300 kg.m⁻³. Uran tak patří k nejtěžším prvkům vůbec, je asi o 70 % těžší než olovo [2][3].

2.2.2 Těžba a zásoby v České republice

Uran se v horninách nachází rozptýlen (nevytváří souvislá ložiska). Těžba uranu se ekonomicky vyplatí pouze v nalezištích, kde jeho koncentrace dosahuje minimálně 1000 g/t (0,1 %). Z jedné tuny uranové rudy tedy vytěžíme asi 1 kilogram uranu. V uranovém dole v Rožné se uran nachází v koncentraci menší než 0,2 %, proto na těžbu následuje nákladné zpracování za účelem jeho zkoncentrování [4].

Jediné místo v České republice, kde se v současné době těží uran, je ložisko Rožná. Bylo zde od počátku v roce 1957 vytěženo 16 289 tisíc tun uranové rudy s průměrným obsahem 1,118 kg uranu na 1 tunu uranové rudy. Z jednoduchého výpočtu zjistíme, že zde bylo celkem vytěženo přes 19 tisíc tun uranu. Toto ložisko má při momentální těžbě 200 tun ročně zásoby přibližně na 5 let. Část uranu se také získává při čištění podzemních vod jako vedlejší produkt, ale v porovnání s klasickou těžbou jde o zanedbatelnou část [5].

2.2.3 Obohacování uranu

Uran se obohacuje z důvodu, že v přírodní formě lze využít jenom asi 0,7 %. V dnešní době se používají dvě metody obohacování uranu: difúze a odstředivková metoda, případně jejich kombinace. Obě uvedené metody využívají malý rozdíl v hmotnostech obou sledovaných izotopů uranu. Proces obohacování je časově i energeticky velmi náročný a vyžaduje vyspělou technologii. Závody na obohacování uranu využívající plynné difúze se nachází ve Francii a v USA, centrifugy se používají v Rusku, Číně nebo třeba ve Velké Británii. Menší závody jsou i v Japonku, Jižní Africe a Pákistánu [6].

Difúze

Uran se nejprve přemění na plynný hexafluorid uranu (UF₆), který se protlačuje pod tlakem keramickými porézními přepážkami v mnohastupňových difúzních kaskádách. Molekuly UF₆ s izotopem ²³⁵U jsou lehčí, tedy proti molekulám s izotopem ²³⁸U procházejí nepatrně rychleji. Aby byl v konečné fázi více zastoupen izotop ²³⁵U je třeba tento proces opakovat tisíckrát.

Tento proces je mimořádně energeticky a tím pádem i ekonomicky náročný. Probíhá za vysokých teplot a kompresory protlačující plyn membránami, spotřebují opravdu obrovské množství energie. Jako příklad bych uvedl francouzský závod Eurodif, který stojí vedle jaderné elektrárny Tricastin. Tři ze čtyř jejích gigawattových bloků vyrábí elektrickou energii jen pro obohacovací závod Eurodif. I přes tento obrovský odběr energie se to stejně vyplatí, jelikož obohacený uran je velmi dobrý vývozní produkt [6].

Centrifugace

Pro metodu centrifugace se uran také převádí na plynnou formu UF₆. V centrifugách (odstředivkách) se při vysokých otáčkách molekuly s těžším izotopem ²³⁸U hromadí na okrajích a uprostřed převážně zůstávají molekuly s izotopem ²³⁵U.

Proces odstředování vyžaduje 50krát menší spotřebu energie než difúzní systémy a jeho účinnost hlavně závisí na rychlosti otáčení centrifugy. Tento systém se zavedl v 70. letech 20. století. V minulosti se používaly rotačky s ocelovými lopatkami, které dosahovaly rychlosti přibližně 330 m/s. V současnosti se více využívají materiály z uhlíkových vláken s rychlostí 600 m/s a teoretická možnost použití vlastností kevlaru předpokládají až rychlost 1100 m/s. Pro potřebné obohacení musíme použít kaskády čítající několik desítek tisíc kusů odstředivek [6].

2.3 Jaderné elektrárny v České republice

V české republice jsou pouze dvě jaderné elektrárny, proto bych se o nich zmínil i této práci. Jsou jimi JE Dukovany a JE Temelín.

2.3.1 Jaderná elektrárna Dukovany (EDU)

Zahájení projektu výstavby bylo dne 30. dubna 1970. Zahájení zkušebního provozu 1. bloku proběhlo 3. května 1985 a 4. (poslední) blok byl uveden do provozu v červenci 1987. Jaderná elektrárna Dukovany se nachází asi 27 km od Třebíče směrem na Moravský Krumlov. V dnešní době provozuje EDU 4 výrobní bloky o instalovaném výkonu každého bloku 510 MW. Tuto výrobu zajišťují vodo-vodní energetické reaktory (VVER) a to konkrétně typ 440. Tento typ reaktoru má tříletý palivový cyklus. V praxi to znamená, že každých 12 měsíců se vymění třetina paliva.

Od zahájení provozu prvního bloku do léta roku 2012 bylo na jaderné elektrárně Dukovany celkem vyrobeno přes 350 miliard kWh elektrické energie. Přibližně 20 % spotřeby elektrické energie v ČR pochází z EDU. Roční výroba činí více než 14 mld. kWh, což by pokrylo spotřebu všech domácností v ČR.

V porovnání s klasickou elektrárnou spalující severočeské hnědé uhlí obsahující síru nevypouští jaderná elektrárna do ovzduší ani emise oxidu siřičitého (SO_2) nebo oxidy dusíku (NO_x) ani emise skleníkového plynu oxidu dusičitého (CO_2). Pro takové množství elektrické energie, jakou prozatím vyrobila EDU, by klasická elektrárna vypustila do ovzduší přibližně 316 milionů tun CO_2 (což je množství, které ročně vypouští do ovzduší 6,9 mil. motorových vozidel) a také by pro takové množství energie muselo být vytěženo přibližně 253 mil. tun hnědého uhlí [7].

2.3.2 Jaderná elektrárna Temelín

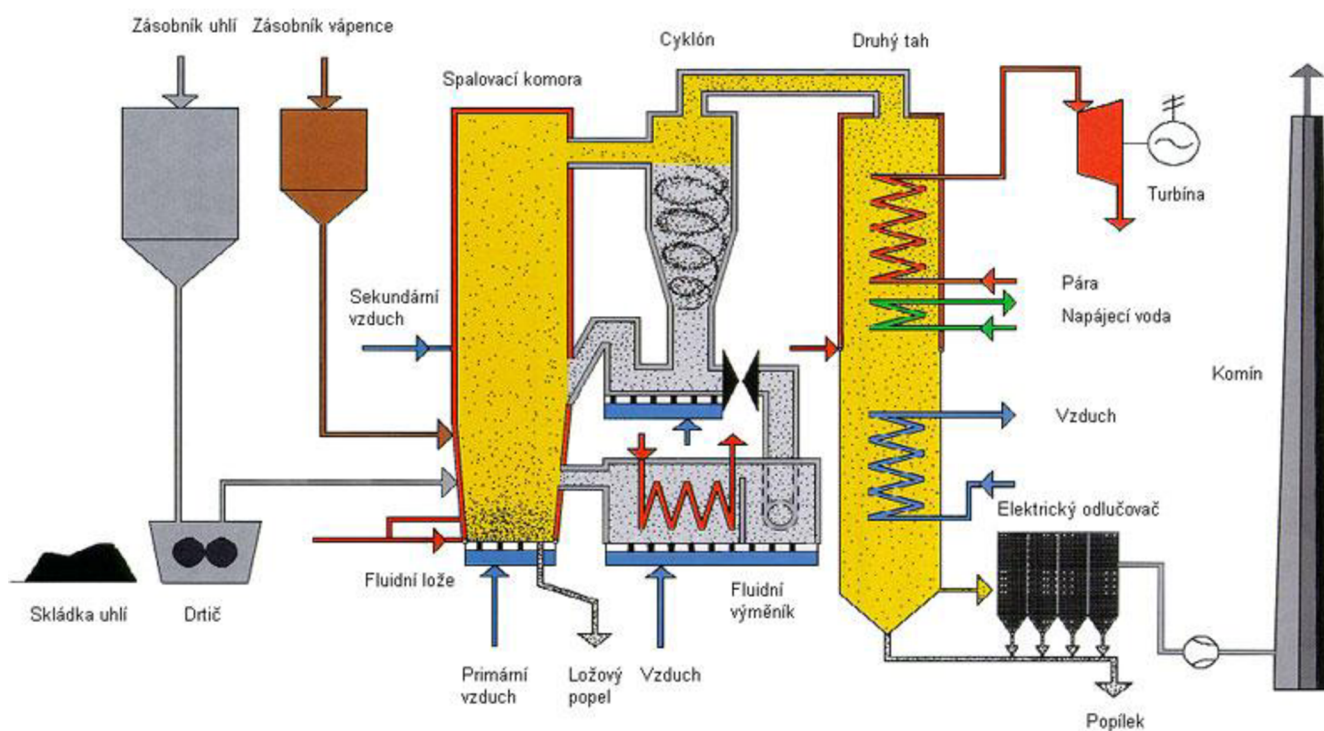
Rozhodnutí o výstavbě jaderné elektrárny Temelín padlo v už v roce 1980. První blok byl uveden do zkušebního provozu 10. června 2002 a druhý blok 18. dubna 2003. Tato elektrárna leží zhruba 24 km od Českých Budějovic a 5 km od Týna nad Vltavou. Jsou zde provozovány 2 bloky o instalovaném výkonu 1078 MWe a 1055 MWe. Oba výrobní bloky používají opět reaktory typu VVER, ale tentokrát VVER 1000, typ 320 [7].

Po postavení jaderné elektrárny Temelín, se podíl výroby elektrické energie z jádra vyšplhal přibližně k 35 % z celkové výroby elektrické energie v České republice. V nejbližší budoucnosti se uvažuje o rozšíření Temelína o další 2 tisícimegawattové bloky, které by měli nahradit staré uhelné elektrárny.

3 UHELNÉ ELEKTRÁRNY

Uhelné elektrárny pracují na stejném principu výměny energie jako elektrárny jaderné pouze s rozdílem paliva. Schéma uhelné elektrárny je vidět na obrázku 2. Uhlí, ať už hnědé nebo černé, je nejprve dopravováno pásovými dopravníky do mlýnů, kde se pomele na jemný prášek a co nejvíce vysuší. Tento prach se se vzduchem vhání do hořáků kotle. Tepelná energie z kotle ohřívá vodu v trubkách a ta se následně mění na páru o teplotě 530 – 550 °C. Přehřátá pára roztáčí lopatky turbíny a mění svou vnitřní energii na rotační kinetickou energii. Turbína je spojena hřídelí s generátorem a celé soustrojí se otáčí 3000 otáček za minutu. V generátoru elektromagnetickou indukcí vzniká elektrický proud, který je přes transformátory vyváděn do rozvodné sítě. Vycházející pára z turbíny se v kondenzátoru opět přemění na vodu a ta se čerpadly vhání zpátky do trubek kotle. Chladicí okruh kondenzátoru obvykle prochází chladicími věžemi. Teplá voda se tam rozstříkuje a ochlazuje za pomoci okolního vzduchu. Chladná voda se čerpá z bazénů pod chladicími věžemi zpět do kondenzátorů.

Spaliny z kotle se nemohou jen tak vypustit do ovzduší, protože v sobě mají spoustu škodlivých látek a z tohoto důvodu prochází několika kroky, kde je většina těchto škodlivých látek eliminována. První je elektrostatický odlučovač. V něm se ze spalin odstraňují tuhé znečišťující látky, jako je prach, saze nebo popílek. Je to systém elektrod, kolem nichž spaliny procházejí. Částice prachu se elektrostaticky nabijí na nabíjecích elektrodách a přitáhnou se k opačně nabitým (tzv. sběrným) elektrodám. Z nich se mechanicky oklepávají do výsypek. Účinnost elektrostatických odlučovačů je více než 99 %. Dalším krokem je odstranění SO₂ ze spalin. K tomu slouží odsiřovací zařízení, jehož srdcem je absorbér. Kouřové plyny v něm prochází několika stupňovou sprchou, která rozstříkuje vápencovou suspenzi – mletý přírodní vápenc s vodou. SO₂ chemicky reaguje a na dně absorbéru se hromadí vrstva sádrovce. Tímto způsobem se z kouřových plynů odstraní až 95 % oxidu siřičitého. Vycištěné a odsiřené spaliny odcházejí do komína [7].



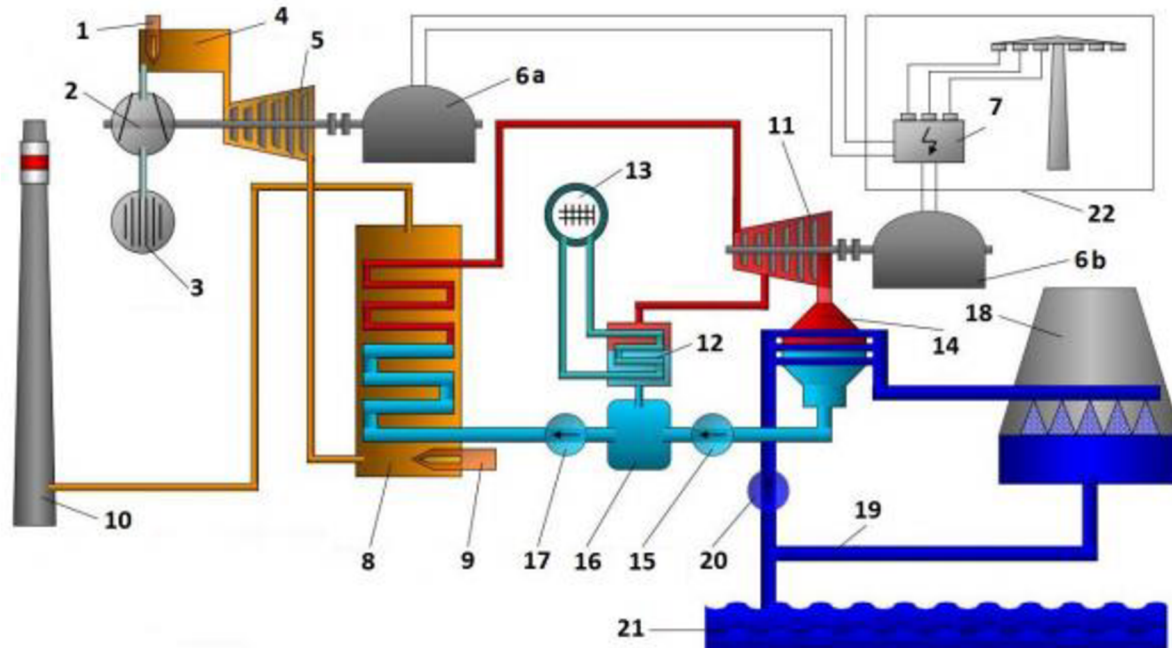
Obrázek 2: Schéma uhelné elektrárny
(převzato z: [8])

V Čechách a na Moravě Skupina ČEZ provozuje uhelné elektrárny a teplárny ve třinácti lokalitách. Velká část z nich spaluje severočeské hnědé uhlí a jsou situovány do bezprostřední blízkosti těchto dolů v severních a severozápadních Čechách. Jedinými dvěma elektrárnami spalující černé uhlí jsou elektrárna Dětmorovice a Energetika Vítkovice. V řadě uhelných elektráren Skupiny ČEZ se spolu s uhlím spaluje biomasa, nejdéle se spaluje v Elektrárně Hodonín.

Uhelné elektrárny Skupiny ČEZ se v České republice podílejí na výrobě elektrické energie přibližně polovinou. Předpoklad pro jejich další rozvoj je schopnost držet krok s vědeckotechnickým pokrokem, primárně při zvyšování energetické účinnosti [7].

4 PAROPLYNOVÉ ELEKTRÁRNY

Schéma paroplynové elektrárny je vidět na obrázku 3. Tato elektrárna opět funguje na principu výměny energie. Stejně jako jaderné a tepelné elektrárny, využívá paroplynová elektrárna Rankine – Clausiův cyklus. Tento cyklus pracuje na principu přeměňování vody v páru s vysokou teplotou a tlakem. Energie páry se přenáší na lopatky turbíny. Turbína je přes hřídel spojena generátorem, který vyrábí elektrickou energii.



Obrázek 3: Schéma paroplynové elektrárny
(Převzato z: [9])

Tabulka 1: Legenda k obrázku 3

1	palivo zemní plyn	12	výměník pára/voda
2	kompresor	13	tepelná energie (vytápění)
3	nasávání vzduchu	14	kondenzátor páry z turbíny
4	spalovací komora	15	kondenzátní čerpadlo
5	plynová turbína	16	napájecí nádrž
6a, 6b	generátor	17	napájecí čerpadlo
7	transformátor	18	chladicí věž
8	parní kotel	19	chladicí voda
9	palivo zemní plyn	20	čerpadlo chladicí vody
10	komín	21	řeka
11	parní turbína	22	vyvedení elektrického výkonu

V paroplynové elektrárně avšak není pouze Rankine – Clausiův cyklus, nýbrž i Braytonův cyklus. Spojení těchto dvou cyklů vyjadřuje paroplynový cyklus. Braytonův cyklus začíná stlačením vzduchu pomocí kompresoru. Stlačený a ohřátý vzduch podporuje intenzivnější spalování plynu ve spalovací komoře, kde vznikají spaliny o vysoké teplotě a tlaku a ty dále proudí do plynové turbíny. Tato turbína vyrábí energii stejně jako turbína, která je poháněna párou. Spaliny odváděné z prostoru plynové turbíny mohou být přehřáté nebo jsou přímo vedeny do prostoru kotle, kde se ohřívá voda. Zde už se uplatňuje Rankine – Clausiův cyklus.

Při použití paroplynového cyklu jako cyklu můžeme dosáhnout účinnosti 0,42 – 0,58. Kdybychom ovšem provozovali Rankine – Clausiův a Braytonův cyklus zvlášť, tak bychom dosahovali účinnosti u plynového oběhu 0,28 – 0,38 a u parního oběhu 0,28 – 0,42 [9].

4.1 Spalovací turbína

Nejdražší částí paroplynového cyklu je spalovací turbína, proto se u ní snažíme o co největší zvýšení její účinnosti, jelikož když zvýšíme účinnost turbíny, zvýšíme účinnost celé elektrárny. Zvýšení účinnosti se dá dosáhnout zvýšením teploty vstupních spalin. Spalovací (plynová) turbína je stroj, skládající se z kompresoru, spalovací komory, plynové turbíny, příslušenství a pomocného zařízení. Její základní účel spočívá v přenesení energie spalin na mechanickou energii.

Kompresor ve spalovací turbíně stlačuje nasátý vzduch na hodnotu 1,2 – 3 MPa, čímž zvyšuje účinnost spalování paliva. Kompresor obvykle bývá na společné hřídeli se spalovací turbínou. Vzduch, stlačený a ohřátý, z kompresoru je odváděn do prostoru spalovací turbíny, kde je spalován na plyn nebo kapalné palivo, které se používá méně než plyn. Vzniklé spaliny mají teplotu 800 – 1450 °C a jsou přiváděny na lopatky samotné turbíny, kde jim předávají část své energie. Turbína je přes hřídel opět spojena s kompresorem a generátorem. Vystupující spaliny mají teplotu 400 – 700 °C. U jednoduchého plynového oběhu jsou tyto spaliny ochlazeny a vyvedeny do ovzduší. Pro zvýšení účinnosti je za plynový oběh umístěn Rankine – Clausiův cyklus [9].

4.2 Výhody a nevýhody paroplynové elektrárny

Jednou z největších výhod paroplynových elektráren je vysoká schopnost pokrytí špiček v odběru elektrické energie, čímž se myslí zabezpečení velkého množství energie v poměrně krátkém čase. Tato schopnost je realizována díky plynové části cyklu.

Další výhodou elektráren tohoto typu je produkce emisí. Nízké množství emisí na jednotku vyrobené energie je způsobeno právě typem spalovacího média. Zemní plyn i tzv. energoplyn, vznikající zplyňováním uhlí, umožňují poměrně čisté spalování v porovnání třeba se spalováním uhlí v uhelných elektrárnách. V kombinaci s vyšší účinností paroplynového cyklu dochází ke zmenšení dopadu tohoto typu elektrárny na životní prostředí

Bohužel má paroplynová elektrárna i svoje nevýhody, což je v tomto případě palivo. Zemní plyn sice neuvolňuje tolik nežádoucích látek, ale Česká republika bohužel nemá žádné významnější ložisko zemního plynu, proto je závislá na jeho dovozu. Další nevýhodou je právě spalovací turbína zmíněná výše [9].

5 SOLÁRNÍ A FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

Získávání elektrické energie ze slunečního záření je čistým a šetrným způsobem z hlediska životního prostředí. Neodvádí do okolí totiž žádné škodlivé emise stejně jako jaderná elektrárna, která odvádí do okolí pouze vodní páry. V současné době jsme schopni dostat z jednoho metru aktivní plochy panelu přibližně 110 kWh elektrické energie za rok. V ČR je ovšem v porovnání s ostatními zdroji elektrická energie získávaná ze slunečního záření pořád podstatně dražší. Elektrickou energii lze získat ze sluneční energie přímou a nepřímou přeměnou. Přímý způsob přeměny využívá fotovoltaický jev a nepřímá nakládá s teplem ze slunečního záření. Obě metody vysvětlím dále [7][10].

5.1 Přímá přeměna

Přímá přeměna sluneční energie na elektrickou využívá fotovoltaické jev. Fotony, které dopadají na křemíkové solární články, vyrážejí svojí energií elektrony z krystalické mřížky, ty se stávají volnými a jsou součástí elektrického proudu. Podstatou fotovoltaického jevu je skutečnost, že na rozhraní dvou materiálů, na něž dopadá světlo, vzniká elektrické napětí a uzavřením obvodu lze získat elektrický proud.

Solární článek je křemíková destička. Obvykle bývá 10 x 10 cm velká nebo může být i větší. Křemík se používá nejčastěji pro výrobu solárních článků. Jeden článek vytváří při maximální výkonu napětí 0,5 V a proud 3 A. Jejich hlavní vlastností je jejich jednoduché propojení. Tyto propojené články se nazývají solární (fotovoltaické) panely nebo také moduly. Ukázku takovýchto panelů můžeme vidět na obrázku 4. Obvykle je v jednom solárním panelu 36 článků o výstupním napětí 12 V nebo 72 článků o napětí 24 V. Solární panely mají různé výkony – 150, 180 až 280 W. Jednotkou panelů je Wattpeak (Wp) nebo také špičkový výkon, což je výkon naměřený za daných podmínek (ozáření 1000 W/m², teplota 25°C). Účinnost solárních panelů je 14 – 20%, životnost přibližně 30 let [7][11].

5.2 Nepřímá přeměna

Nepřímá přeměna slunečního záření na elektrickou energii využívá tepla dopadajícího na solární panel pomocí slunečních sběračů. V ohniscích těchto sběračů jsou umístěny termočlánky měnící teplo v elektrickou energii. Tento jev (tzv. Seebeckův) spočívá v tom, že se v obvodu nachází 2 různé vodiče mající rozdílnou teplotu, čímž vzniká elektrický proud. Účinnost přeměny energie je v tomto případě závislá na vlastnostech obou kovů, z nichž jsou vodiče vyrobeny a také na rozdílu teplot mezi teplým a studeným spojením. Více vhodně spojených termoelektrických článků se nazývá termoelektrický generátor [7].



Obrázek 4: Příklad solárních panelů

(převzato z: [12])

6 VODNÍ ELEKTRÁRNY

Princip fungování vodní elektrárny (VE) je prostý. Voda přitéká k vodní elektrárně přívodním kanálem a roztáčí turbínu, která je na společné hřídeli s generátorem. Tomuto soustrojí se říká turbogenerátor. Turbíny se dají rozdělit na rovnotlaké a přetlakové. U rovnotlakých turbín je tlak vody pořád stejný. V přetlakových turbínách vstupuje voda do oběžného kola s určitým přetlakem, který při průtoku klesá. Přetlaku využívají např. Francisovy turbíny. Tyto turbíny jsou vhodné pro střední spády. Pro malé výkony a při malých spádech se obvykle budují horizontální turbíny, pro velké výkony a malé spády se hodí spíše turbíny vertikální.

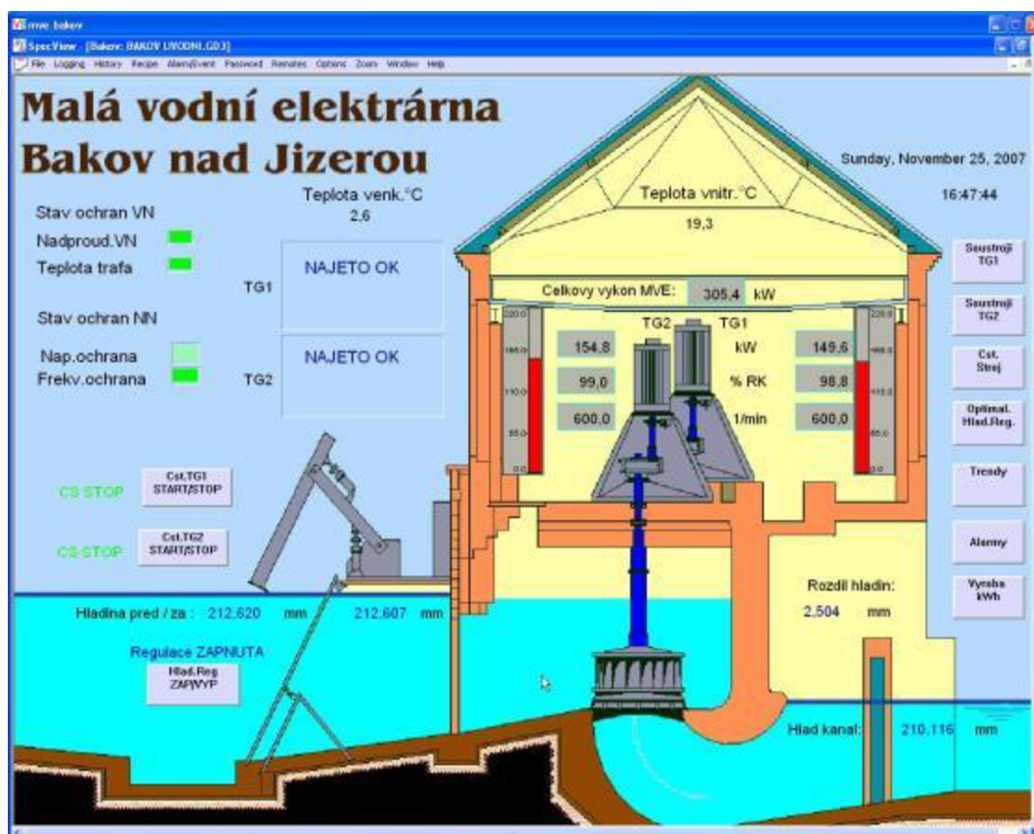
Umístění elektrárny je závislé na určitém místě, kde se vyskytuje nebo kam může být snadno přepraveno velké množství vody, což je snad jediná nevýhoda. Vodní elektrárny mohou být vystaveny přímo v prostoru hráze nebo třeba v podzemí, kam se voda přivádí tlakovým potrubím a odvádí se podzemním kanálem. Vodní turbíny pracují až s 95 % účinností, což je řadí mezi nejdokonalejší mechanické motory [7][13].

Dále se vodní elektrárny dělí na malé, přečerpávací a přílivové, pro které v ČR nejsou podmínky. O všech se zmíním dále.

6.1 Malé VE

Malé vodní elektrárny mají maximální instalovaný výkon 10 MW. Dají se dále rozdělit do podskupin o instalovaném výkonu: domácí (do 35 kW), mikro zdroje (do 0,1 MW), minielektrárny (do 1 MW) a průmyslové (od 1 MW do 10 MW). Tyto typy elektráren se staví primárně kvůli ekonomice. Jejich životnost je totiž několikanásobně delší, než je doba návratnosti investice na její pořízení, což z nich činí nejlevnější zdroj elektrické energie, která se dodává do distribuční sítě [14].

Na obrázku 5 je vidět schéma malé VE v Bakově nad Jizerou z ovládacího softwaru pohledem řídicí osoby.

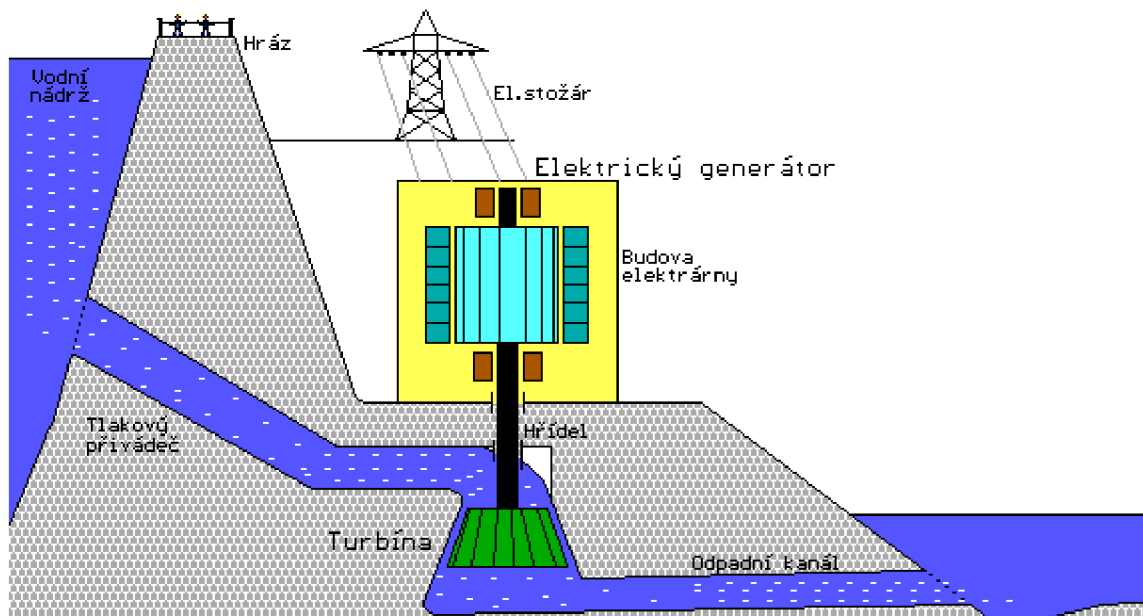


Obrázek 5: Malá vodní elektrárna – Bakov nad Jizerou
(převzato z: [15])

6.2 Přečerpávací VE

Tento typ elektrárny je založen na soustavě dvou nádrží. Z horní nádrže je v případě potřeby vypouštěna voda, která samospádem roztáčí turbosoustrojí, čímž se vyrábí elektrický proud. Při malém odběru elektrické energie (což je hlavně v noci) se voda z dolní nádrže přečerpává zpátky do horní, odkud může být opět použita. Přečerpávání vody se v dnešní době zařídí tak, že při změně směru otáčení turbíny se turbína chová jako čerpadlo. Říká se jim reverzibilní turbíny. Schéma přečerpávací VE je znázorněno na obrázku 6.

Jejich obrovskou výhodou je schopnost přirázování do distribuční při plném výkonu během pár minut. Tato schopnost se v České republice používá třeba u přečerpávací VE Dlouhé Stráně, která je schopná nahradit jeden blok jaderné elektrárny Dukovany, což je výkon přibližně 500 MW [13].

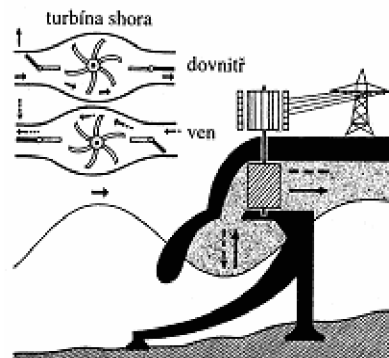


Obrázek 6: Schéma přečerpávací VE
(převzato z: [16])

6.3 Přílivové VE

Přílivové (slapové) VE využívají změn výšky hladiny moří nebo oceánů při střídání přílivu a odlivu. Odtud pochází jejich název. Většinou se jedná o přehrazený záliv s turbínami v hrázy. Tyto turbíny roztáčí přitékající voda při přílivu a dotékající voda při odlivu. Tento typ elektráren není prozatím příliš rozšířený [17].

Schéma tohoto typu elektrárny můžeme vidět na obrázku 7.



Obrázek 7: Schéma slapové elektrárny
(Převzato z: [18])

7 VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY

Větrné elektrárny vyrábějí elektrickou energii za pomoci větru, čímž nezatěžují životní prostředí žádnými škodlivými látkami. Staví se v místech, kde je rychlost větru ve výšce rotoru větší než 6 m/s. v těchto lokalitách dokáže být v chodu na plný výkon až 35 % dní v roce. Větrná elektrárna se dělí na několik částí, jejich funkci si teď popíšeme.

Tubus

Má lehce kónický tvar a obvykle se vyrábí z oceli. V dnešní době se jejich výška pohybuje od 80 do 120 m a jeho hmotnost je v rozmezí od 147 do 220 tun.

Strojovna

Je hlavní částí větrné elektrárny, kde jsou uloženy nejdůležitější přístroje. Její velikost má rozměry přibližně většího obývacího pokoje a váží zhruba 70 tun.

Rotor

Používá se třílistý, který je spojen se strojovnou. Čím větší rotor, tím více může větrná elektrárna vyprodukovat elektrické energie. Obvykle se používají rotory o velikosti 80 až 100 m v průměru a jejich průměrná rychlost otáčení je 10 až 15 otáček za minutu.

Listy

Jejich funkcí je nejen roztáčet elektrárnu, ale také ji při velkých rychlostech větru brzdit. Pokud rychlost větru přesáhne 25 m/s, natočí se listy do tzv. praporu a tím sníží rychlost otáček.

Převodovka

Zajišťuje převod na vyšší otáčky kvůli generátoru. Tato je část je nejvíce poruchová, proto některé firmy vyvinuly bezpřevodkovou technologii.

Brzda

Kromě toho, že se dá brzdit za pomoci natočení listů, tak je ve strojovně na vysokorychlostní hřídeli umístěna disková brzda. Ta je regulována za pomoci čidel rychlosti a směru větru, které se nachází venku.

Otáčení gondoly

Jelikož má větrná elektrárna čidla rychlosti a směru větru a umí si je sama vyhodnotit, tak si podle těchto údajů nastavuje osu gondoly, pro co nejefektivnější využití větrné energie. Tento pohyb je zajištěn pomocí elektrických motorů.

Generátor

Jak už jsme mohli zjistit dříve, tak generátor mění mechanickou energii hřídele na elektrickou. Stejně tak je to i v případě větrné elektrárny. Používají se dva typy. Jestliže má elektrárna převodovku, pak se využívá asynchronní generátor. V případě bezpřevodkové elektrárny je použit generátor synchronní

Transformátor

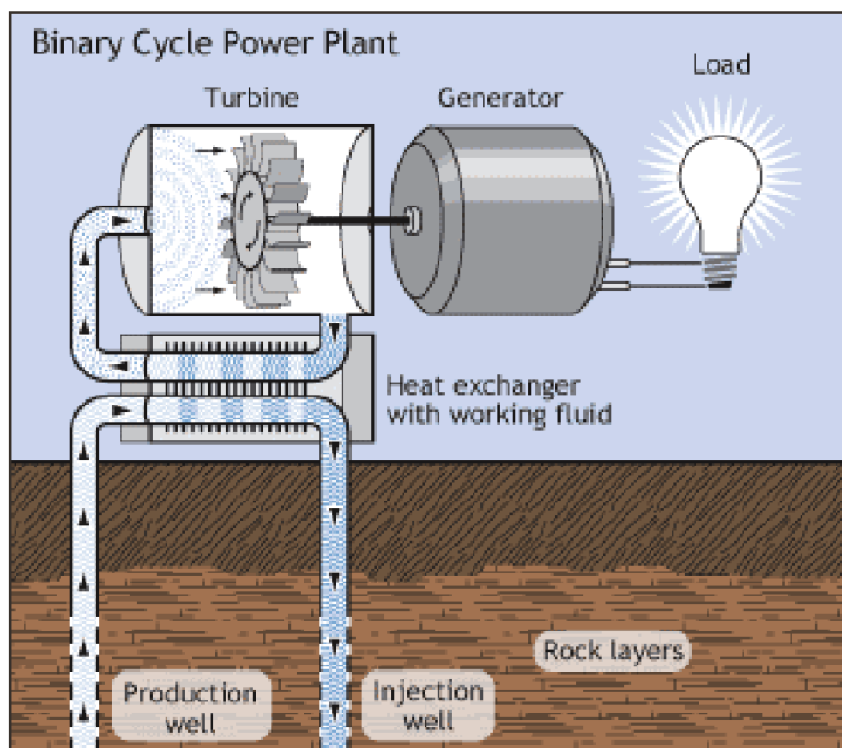
Z generátoru odchází napětí o velikosti přibližně 400 – 690 V. Jelikož je větrná elektrárna připojena do distribuční sítě s napětím 22 kV nebo 35 kV, tak je transformátor důležitou součástí [7].

8 GEOTERMÁLNÍ ELEKTRÁRNY

Než se pustíme do popisu geotermální elektrárny, musíme si vysvětlit, co je to geotermální energie a kde se bere. Jedná se o nejstarší typ energie na naší planetě a je její nedílnou součástí. Geotermální energie se projevuje jako tepelná energie zemského jádra a vzniká rozpadem radioaktivních látek a působením slapových sil. Přírozené projevy tohoto typu energie jsou přírodní úkazy jako erupce sopek a gejzírů nebo vyvěrání horkých pramenů nebo par. Počítá se mezi OZE, ovšem některé zdroje se dají vyčerpat v řádech několika desítek let. Pro vytápění je tato doba delší, protože není třeba tak vysokých teplot, tudíž se sníží i množství čerpané vody.

Geotermální energie se získává čerpáním teplé vody z hlubinných vrtů. Geotermální elektrárna pracuje na principu dvou tepelných výměníků. Jeden z nich je v hloubce 3 – 5 km pod zemí, kde je ohřátá voda vháněna do vrtu a čerpána na povrch. Tato voda se využívá v tepelném výměníku k přeměně vody na páru, která následně pohání turbínu. Ochlazená voda je opět vháněna do pozemí, což značí uzavřený bezodpadový cyklus. Schéma geotermální elektrárny můžeme vidět na obrázku 8.

Jako hlavní výhoda geotermální energie je fakt, že není poškozováno životní prostředí. Další nespornou výhodou je nezávislost na dodávkách paliva. Oproti jiným elektrárnám, které vyrábějí elektrickou energii z obnovitelných zdrojů, má geotermální elektrárna také výhodu v tom, že nabízí stabilní a stálý výkon za skoro bezobslužného provozu. Za poslední výhodu by se dala považovat obnova výroby elektrické energie. Když geotermální elektrárna vyčerpá teplou vodu a vrátí do oběhu studenou, tak ta se po určitém čase opět ohřeje, čím se může obnovit provoz geotermální elektrárny. Jedinou nevýhodou jsou nejistoty v geologických podmínkách a to jestli lze skutečně vytvořit dost velký tepelný výměník [7][19].



Obrázek 8: Schéma geotermální elektrárny
(převzato z: [20])

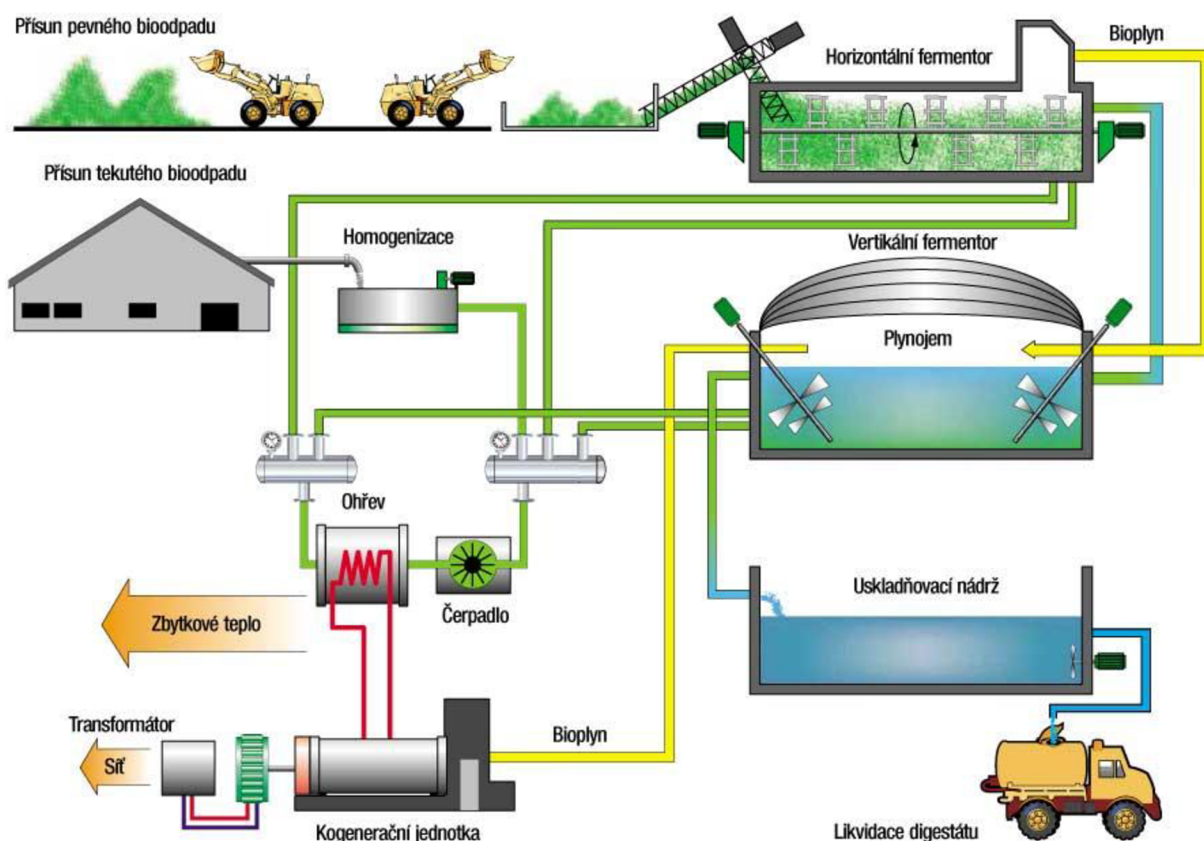
9 BIOPLYNOVÉ STANICE

Bioplynová stanice (BS) nebo také bioplynová elektrárna je zařízení zpracovávající biomasu (materiály nebo odpady organického původu) v reaktorech za pomoci řízeného procesu anaerobní digesce, což je proces, při kterém mikroorganismy rozkládají organický materiál bez přístupu vzduchu. Řízená anaerobní digesce je z ekologického hlediska perspektivní způsob využití organického odpadu a energetických plodin.

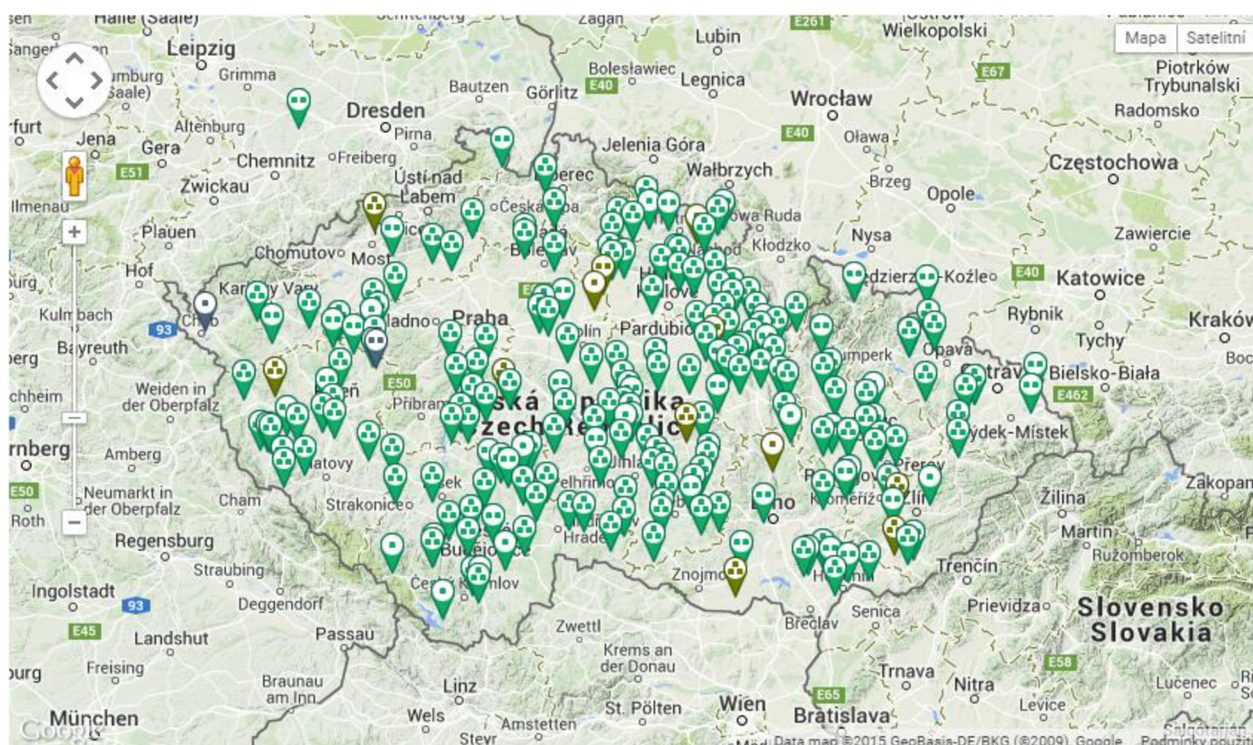
Produktem anaerobní digesce je hlavně bioplyn, dále tzv. digestát (tuhý zbytek po vyhnití) a fugát (tekutý zbytek po vyhnití). Bioplyn má výhřevnost v intervalu 18 – 26 MJ/m³, jeho výhřevnost je závislá na obsahu metanu (přibližně 60 %). Digestát může sloužit jako kvalitní hnojivo, fugát má charakter odpadní vody a je většinou odváděn do čistírky odpadní vody.

Vyrobený bioplyn se spaluje v kotlích. Vzniklým teplem lze vytápět budovy, popř. ohřívat vodu. V provozu jsou i zařízení, kde dochází ke kombinované výrobě tepla a elektřiny v tzv. kogenerační jednotce (viz. obrázek 9). V současnosti je v provozu v ČR více než 100 stanic (pro srov. 2008 – cca 20 stanic) a jejich umístění v české republice je vidět na obrázku 10 [22].

Bioplynová stanice












Obrázek 9: Princip funkce bioplynové stanice
(Převzato z: [23])



Obrázek 10: Mapa bioplynových stanic a elektráren v ČR
(Převzato z: 47[21])

Tabulka 2: Legenda k obrázku 9

BS komunální	 nad 550 kW	 (251 – 550) kW	 do 250 kW
BS zemědělské	 nad 550 kW	 (251 – 550) kW	 do 250 kW
BS ostatní	 nad 550 kW	 (251 – 550) kW	 do 250 kW

9.1 Rozdělení bioplynových stanic

Jak už je vidět v legendě k obrázku 9, rozlišujeme tři základní typy bioplynových stanic: komunální, zemědělské a ostatní. V České republice jsou nejvíce zastoupeny BS zemědělské.

9.1.1 Zemědělské BS

Vstupy tvoří hnojiva ze statků (kejsa, hnůj) a energetické plodiny (např. kukuřice). Většinou se staví přímo v areálech zemědělských provozů, a jelikož jde o koncepčně jednodušší zařízení, než je tomu u ostatních bioplynových stanic, uvedení do činnosti není problematické. Náročnějšími kroky u zemědělských bioplynových stanic patří míchání ve fermentorech, kdy může dojít k vytvoření vrstvy, která brání prostorově funkci fermentoru, může ucpávat potrubí a narušovat proces vyhnívání.

Pro výstavbu kvalitní zemědělské stanice bylo na žádost Ministerstva zemědělství ČR zpracováno Českým sdružením pro biomasu (CZ Biom) Desatero přípravy bioplynových stanic, které obsahuje zásady pro zprovoznění kvalitního zařízení: 1. precizní příprava projektů, 2. dostatek kvalitních surovin, 3. výtěžnost bioplynu, 4. spolupráce s místní samosprávou,

5. spolehlivá a ověřená technologie, 6. optimalizace investičních nákladů, 7. volba kogenerační jednotky, 8. využití odpadního tepla, 9. nakládání s digestátem, 10. další možnosti využití.

9.1.2 Průmyslové BS

Průmyslové bioplynové stanice, které ve fermentoru zpracovávají převážně rizikové vstupy. Mezi ně patří zejména jateční odpady, kaly z různých provozů (např. čističek odpadních vod) a podobně. Jsou tedy u nich kladeny větší nároky na technologii a na splnění všech provozních podmínek. Primárně je nutné dodržování hygienických pravidel, jelikož se následně minimalizuje riziko vyplývající ze vstupů.

9.1.3 Komunální BS

Komunální bioplynové stanice zpracovávají komunální bioodpady. Komunálním odpadem se myslí odpad z údržby zeleně, vytríděné bioodpady z domácností a stravovacích provozů (restaurací a jídelen). Opět se zde klade větší důraz na průběh zpracování vstupů, protože je to technologicky náročnější než u zemědělských BS. Největším problémem je příjmová část technologie. Odpad zapáchá, proto se musí pachová zátěž okolí minimalizovat. K tomu mohou přispět uzavíratelné haly s odtahem a čištěním vzduchu.

Často se nedodržují technologické postupy kvůli snaze o snížení investičních nákladů, čímž je okolí bioplynové stanice zatíženo nepřiměřeným zápachem z odpadů. Přestože náklady na komunální stanici jsou oproti zemědělské stanici přibližně dvojnásobné, šetření se nevyplatí a nápravná opatření náklady dodatečně ještě zvýší.

10 ZHODNOCENÍ BUDOUCÍHO VÝVOJE V OBLASTI VÝROBY ENERGIÍ S OHLEDEM NA SOUČASNÝ STAV

V dnešní době se spousta lidí dívá na elektrárny na fosilní paliva jako na tu nejhorší možnou variantu výroby elektrické energie. Na jednu stranu je pravda, že nejsou ty neekologičtější a do ovzduší vypouští určité množství emisí (tepelné) nebo někde musí skladovat vyhořené palivo (jaderné). Na druhou stranu ovšem dosahují ohromných výkonů, které elektrárny vyrábějící elektrickou energii z obnovitelných zdrojů nejsou schopny v České republice vyrobit.

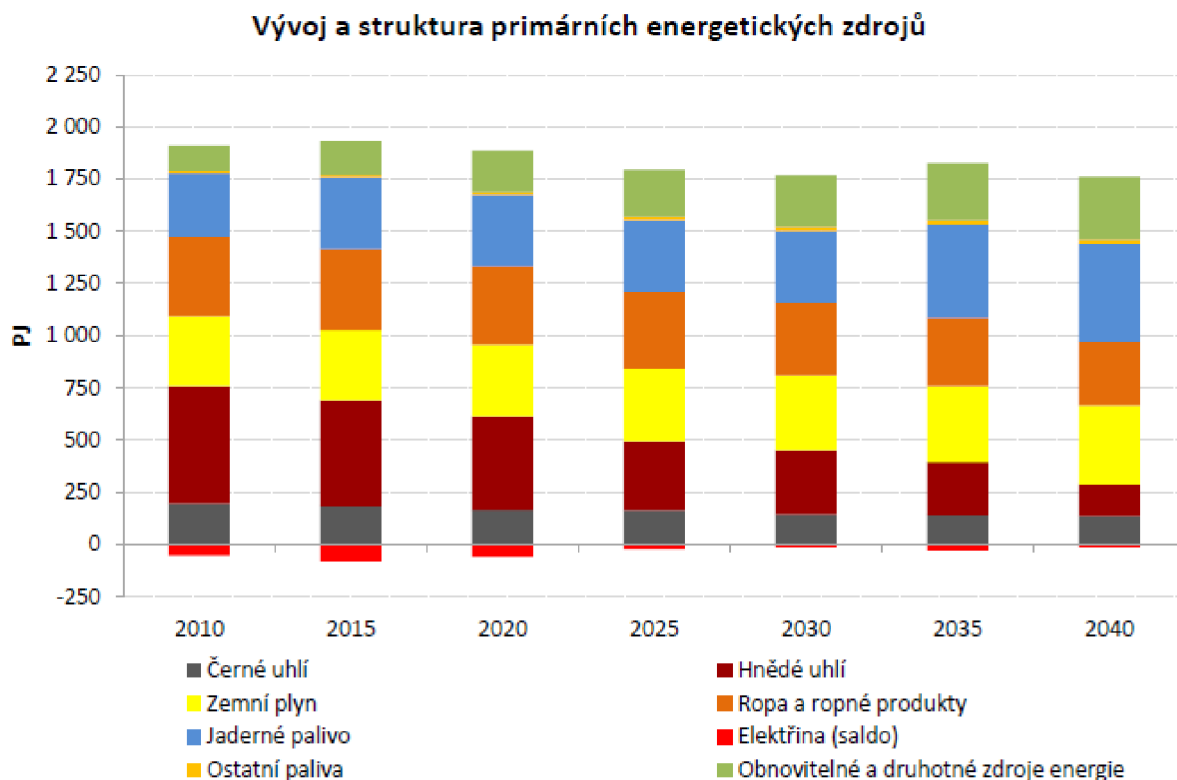
V ČR nejsou ani příliš dobré podmínky pro výstavbu většího množství větrných, slunečních či vodních elektráren. Pro větrné jsou vhodné podmínky pouze ve výše položených místech, což značně omezuje jejich využití. Podobný problém je i s vodními elektrárnami, které mohou být pouze tam, kde je nějaký vodní tok. Sluneční elektrárny se dají postavit téměř všude, ale zabírají ohromnou plochu, na které vyprodukují pouze zlomek výkonu tepelné nebo jaderné elektrárny, a která by se dala využít například jako zemědělská půda.

Jedním z problémů OZE (hlavně větrných a slunečních elektráren) je nestálost dodávek elektrické energie. Například při vysokém počtu větrných elektráren a zároveň velké rychlosti větru může být do sítě dodáváno příliš mnoho elektrické energie, kterou odběratelé nebudou schopni odebrat a mohlo by dojít k výpadku sítě neboli tzv. blackoutu.

Ovšem nebudu uvádět nevýhody pouze OZE. I elektrárny na fosilní paliva mají svoje nevýhody. Největší jejich nevýhodou je právě zmiňované palivo. V ČR nejsme schopni vyprodukovat takové množství paliva, abychom pokryli jeho spotřebu, proto se musí nakupovat ze zahraničí, což z toho může činit problém. Tyto dodávky paliva jsou sice dohodnuty v různých smlouvách, ale kdo ví, kdy mohou být vypověděny.

Nejlepším složením zdrojů elektrické energie je tzv. energetický mix. V něm jsou v menší či větší míře zastoupeny všechny nebo alespoň většina uvedených zdrojů elektrické energie.

Na obrázku 11 je vidět, že do roku 2040 se má výrazně snížit výroba elektrické energie z hnědého uhlí a částečně z černého uhlí a ropy, naopak se má částečně zvýšit výroba elektrické energie z jádra, zemního plynu a OZE.



*Obrázek 11: Vývoj a struktura primárních energetických zdrojů
(Převzato ze státní energetické koncepce)*

Stejně bych ale budoucnost viděl právě v jaderné energetice, i když jsme závislí na dodávkách paliva. Mými důvody jsou hlavně: vysoký výkon, stálost dodávek do distribuční sítě a bezpečnost provozu. Také se pořád vyvíjí technologie, takže se třeba v budoucnosti bude dát jaderné palivo využít ještě efektivněji, než doposud.

11 SYSTÉMOVÝ NÁVRH ENERGETICKÉHO ZDROJE PRO DEFINOVANÝ OBJEKT

V první řadě bych zmínil, které dokumenty se v současné době používají k energetickému hodnocení budov. Jsou jimi: průkaz energetické náročnosti budov, energetický posudek, energetický audit a energetický štítek.

Průkaz energetické náročnosti budov je dokument, obsahující informace o energetické náročnosti budovy nebo ucelené části budovy [24].

Energetický posudek je písemná zpráva, která obsahuje informace o posouzení plnění předem stanovených technických, ekonomických a ekologických parametrů, určených zadavatelem energetického posudku včetně výsledků a vyhodnocení [24].

Energetickým auditem se rozumí písemná zpráva, která má informace o stávající nebo předpokládané úrovni využívání energie v energetickém hospodářství, v budovách, v průmyslovém postupu a ekonomicky efektivních návrhů na zvýšení energetické účinnosti nebo úspor energie včetně doporučení k realizaci [24].

Energetický štítek je dokument, dokládající splnění požadavku na prostup tepla obálkou budovy [24].

Jedním ze závěrů, v rámci energetického hodnocení budovy, je navržení opatření pro snížení energetické, ekologické a ekonomické zátěže, způsobené provozem stavby. Tyto opatření mohou být například zateplení pláště budovy, instalace nových zdrojů využívajících energii z obnovitelných nebo alternativních zdrojů energie nebo třeba výměna rekonstrukce či oprava rozvodů a zdrojů pro větrání, chlazení, vytápění, úpravu vlhkosti, osvětlení a přípravu teplé vody.

Já se ovšem budu zabývat takovým návrhem, jako bych pro danou budovu dělal prvotní návrh. Jako danou budovu jsem si zvolil obytný dům, ve kterém v současné době bydlím. Dům je situovaný na ulici Veselská 11, 12 a 13 ve Žďáře nad Sázavou. Mými podklady při tomto návrhu budou průkaz energetické náročnosti budovy, energetický audit, faktury náležící k vytápění a elektrické energii domu, případně našeho bytu, vyhlášky a normy.

11.1 Stavební prvky a konstrukce budovy

Následující tabulka je modifikována z průkazu energetické náročnosti budovy a zároveň jsem v ní uvedl tepelné ztráty prostupem jednotlivými prvky.

Tabulka 3: Konstrukce obálky budovy a tepelné ztráty prostupem

Konstrukce obálky budovy	Plocha A_J	Součinitel prostupu tepla		Tepelná ztráta prostupem Q_0
		Vypočtená hodnota U_J	Referenční hodnota $U_{N,rqJ}$	
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	[W]
SO1 Stěna tl.450mm Porotherm+40mm min. vata	609,7	0,31	0,30 / 0,25	6993,26
OZ1 okno plast 1200*1550mm	72,6	1,60	1,50 / 1,20	4297,92
OZ2 okno plast 1600*600mm	3,8	1,60	1,50 / 1,20	224,96

Konstrukce obálky budovy	Plocha A_J	Součinitel prostupu tepla		Tepelná ztráta prostupem Q_0
		Vypočtená hodnota U_J	Referenční hodnota $U_{N,rqJ}$	
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	[W]
OZ5 okno plast 1200*1150mm	16,6	1,40	1,50 / 1,20	859,88
OZ7 okno plast 1350*2400mm fix	9,7	1,60	1,50 / 1,20	574,24
OZ13 okno plast 1130*2400mm fix	10,8	1,60	1,50 / 1,20	639,36
DO1 vchod. dveře 1000*2200mm plast	8,8	1,50	1,70 / 1,20	488,40
OZ8 okno plast 1000*2200mm fix	6,6	1,60	1,50 / 1,20	390,72
OZ6 okno plast 3000*2200mm	6,6	1,60	1,50 / 1,20	390,72
OZ100 okno plast 1200*1550mm - nová skla	13,0	1,40	1,50 / 1,20	673,40
OZ4 okno plast 1200*1950mm	46,8	1,60	1,50 / 1,20	2770,56
SO3 Stěna tl.400mm Porotherm+40+80mm min. vata	83,7	0,21	0,30 / 0,25	650,35
SO2 Stěna tl.450mm Porotherm+100mm min. vata	100,1	0,22	0,30 / 0,25	814,81
SO4 Stěna tl.300mm Porotherm+100mm EPS	82,3	0,29	0,30 / 0,25	883,08
DB1 dveře balkonové 1200*2000mm plast	2,4	1,40	1,70 / 1,20	124,32
DB2 dveře balkonové 1200*2400mm plast	57,6	1,60	1,50 / 1,20	3409,92
OZ9 okno plast 1130*2200mm fix	2,5	1,60	1,50 / 1,20	148,00
DB3 dveře balkonové 1200*2400mm plast	2,9	1,60	1,50 / 1,20	171,68
OZ3 okno plast 1200*2400mm	23,0	1,60	1,50 / 1,20	1361,60
OZ10 okno plast 1200*2200mm fix	7,9	1,40	1,50 / 1,20	409,22
OZ12 okno plast 470*2400mm fix	5,6	1,60	1,50 / 1,20	331,52
OZ11 okno plast 1050*2400mm fix	17,6	1,60	1,50 / 1,20	1041,92
SN1 Dělicí stěna tl 300mm Porotherm-mezi B	9,0	0,75	0,60 / 0,40	249,75
STR1 strop nad 1PP	680,1	0,20	0,60 / 0,40	5032,74
STR2 strop pod půdou	239,6	0,13	0,24 / 0,16	1152,48
SCH1 střecha -PIR 100mm	425,4	0,21	0,24 / 0,16	3305,36
SCH2 šikmá část střechy 4NP	68,7	0,25	0,24 / 0,16	635,48
SCH3 šikmá část střechy 4NP+doteplení nad l k	19,8	0,18	0,24 / 0,16	131,87
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	2393,8	0,04	-	3542,82
Celková tepelná ztráta prostupem (ϕ_{pr})				41700,33

Příklad výpočtu pro první řádek tabulky 3:

$$Q_0 = A_j \cdot U_j \cdot (t_i - t_e) = 609,7 \cdot 0,31 \cdot (20 - (-17)) = 859,88 \left(W; m^2, \frac{W}{m^2 \cdot K}, ^\circ C, ^\circ C \right) \quad (11.1)$$

kde t_i je teplota interiéru a normou je udávána na 20 °C

t_e je teplota exteriéru a normou je udávána na 20 °C pro naše podmínky

Tímto výpočtem jsem si zjistil, že je potřeba dodat asi 41,7 kW tepelné energie, aby se vykompenzovala ztráta prostupem obálky budovy při 20 °C uvnitř budovy.

11.2 Větrání budovy

Dále se musí vzít v úvahu větrání v budově. Podle normy je základní požadavkem zajištění trvalého větrání s minimální intenzitou větrání 0,3 h⁻¹ v obytných prostorech a kuchyní. Pro vyšší požadovanou kvalitu vnitřního vzduchu se doporučuje v souladu s ČSN EN 15251, intenzita větrání 0,5 – 0,7 h⁻¹. V ostatních prostorech je nutné zajistit průtok přiváděného vzduchu podle účelu a vybavení místnosti.

Tabulka 4: Požadavky na větrání obytných budov

Požadavek	Intenzita větrání [h ⁻¹]	Dávka venkovního vzduchu na osobu [m ³ /h.os]
Minimální hodnota	0,3	15
Doporučená hodnota	0,5	25

Z toho plyne tepelná ztráta větráním při minimální hodnotě intenzity větrání $\phi_{vm} = 15\,449$ W a tepelná ztráta větráním při doporučené hodnotě intenzity větrání $\phi_{vm} = 25\,748$ W. Pro další výpočty uvažující s tepelnou ztrátou větráním budu používat výslednou doporučenou hodnotu intenzity větrání [25][26].

Tyto hodnoty byly spočítány programem PROTECH za asistence pana Jiřího Vencálka. Bohužel jsme nebyly schopni se v daném programu dostat k postupu výpočtu, ale vychází se z hodnoty intenzity větrání, vnitřního objemu a normovaných hodnot [26][33].

11.3 Příprava teplé užitkové vody

Za pomoci tepla, vyráběného v plynových kotlích, se také bude ohřívát teplá užitková voda (TUV) pro jednotlivé byty. Tato potřeba je stanovena normou ČSN 06 0320 [27].

Potřeba tepla na ohřev vody pro 1 osobu na 1 den:

$$Q_{2t} = n \cdot Q_{2tn} = 60,4,3 = 258 \text{ kWh} \quad (11.2)$$

kde n je uvažovaný počet osob v budově

Q_{2tn} je normovaná potřeba tepla na ohřev vody pro 1 osobu na 1 den

Teplo ztracené při ohřevu a distribuci TUV:

$$Q_{2z} = z \cdot Q_{2t} = 0,5 \cdot 258 = 129 \text{ kWh} \quad (11.3)$$

kde z je normovaný součinitel

Teplu dodané ohřivačem vody během periody:

$$Q_{2P} = Q_{2t} + Q_{2z} = 258 + 129 = 387 \text{ kWh} \quad (11.4)$$

Potřeba TUV je v určitých částech dne jiná, proto si ještě spočítám, ve které části dne je potřeba tepla jaká:

Od 5 do 17 h: 35 %

$$Q_{2t5-17} = 0,35 \cdot 258 = 90,3 \text{ kWh} \quad (11.5)$$

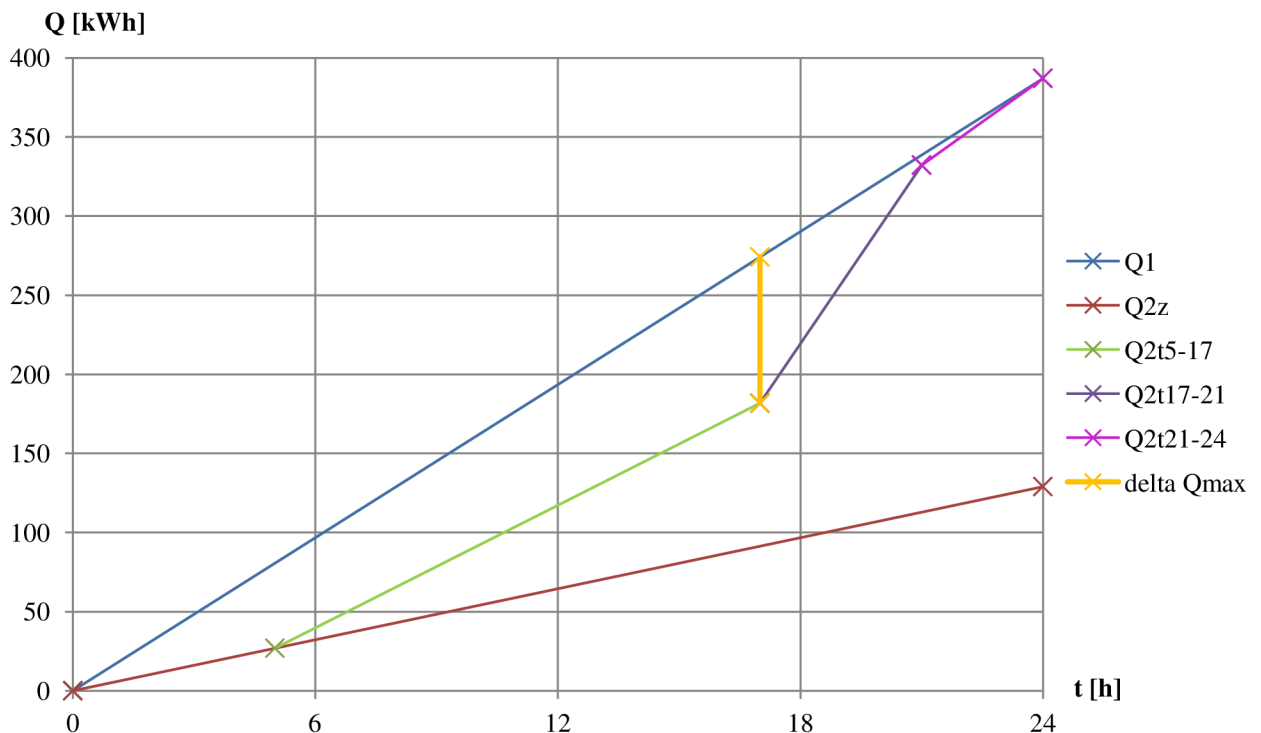
Od 17 do 21 h: 50 %

$$Q_{2t17-21} = 0,5 \cdot 258 = 129 \text{ kWh} \quad (11.6)$$

Od 21 do 24 h: 15 %

$$Q_{2t21-24} = 0,15 \cdot 258 = 38,7 \text{ kWh} \quad (11.7)$$

Obrázek 12: Průběh potřeby tepla na ohřev TUV pro 1 osobu na 1 den



Z grafu se vyčte, že $\Delta Q_{MAX} = 92,45 \text{ kWh}$.

Velikost zásobníku by tudíž měla být:

$$V_Z = \frac{\Delta Q_{MAX}}{c \cdot (t_{tv} - t_{sv})} = \frac{92,45}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 1,77 \text{ m}^3 \quad (11.8)$$

kde c je měrná tepelná kapacita vody

t_{tv} je teplota teplé vody

t_{sv} je teplota studené vody

Jmenovitý tepelný výkon ohřevu je:

$$\phi_{1n} = \frac{Q_{2P}}{24} = \frac{387 \text{ kWh}}{24} = 16,125 \text{ kW} \quad (11.9)$$

Instalovaný výkon kotelny tedy bude součtem všech potřebných ztrát a výkonů potřebných pro chod tohoto bytového domu:

$$Q_i = \phi_{pr} + \phi_{vm} + \phi_{1n} = 41700 + 25748 + 16125 = 83573 \text{ W} \quad (11.10)$$

Toto je vypočítaná hodnota tepelného výkonu, kterou musí zvolené zařízení umět trvale dodávat. Pro jistotu tuto hodnotu zvedneme na 87 kW, čímž vznikne určitá výkonová rezerva.

11.4 Návrh vybavení pro vytápění a ohřev TUV

Vytápění bytů a ohřev teplé vody bude proveden z centrální kotelny, která se nachází v prvním podzemním podlaží. Rozvod tepelné energie bude rozdělen na dva okruhy kombinovaným rozdělovačem a sběračem. Okruh č. 1 je pro společné části, jako jsou místnost u vzduchotechniky, schodiště, kočárkárny a místnost obchodu a okruh č. 2, který vytápí jednotlivé byty. Rozvod teplé vody je decentralizovaný do jednotlivých bytů. Kotelna bude obsahovat kotle o maximálním tepelném výkonu do 100 kW, čili se dle ČSN 07 0703 nebude jednat o kotelnu III. Kategorie, ale pouze o plynové odběrné zařízení [28].

Do kotelny navrhuji tyto přístroje:

- 2 x plynový závěsný kondenzační kotel Viessmann vitodens 200-W, výkon 5,2 – 26 kW
- Plynový závěsný kondenzační kotel Viessmann vitodens 200-W, výkon 5,2 – 35 kW
- Nepřímohřívaný zásobníkový ohřívač TUV Viessmann vitocell 100-B, objem 500 l
- 2 x tlaková expanzní nádoba s membránou Reflex NG 140/6, V = 140 l, P = 6 bar
- Kombinovaný rozdělovač a sběrač RS-kombi universal 4 ETL ekotherm
- Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků ETL ekotherm HVDT II, průtok do 8 m³/h
- Regulace Viessmann vitotronic 200-H, HK3B

Ceny jednotlivých přístrojů:

- kotle o výkonu 5,2 – 26 kW: 60 800 Kč/ks bez DPH [29]
- kotel o výkonu 5,2 – 35 kW: 67 070 Kč bez DPH [29]
- zásobníkový ohřívač: 49 790 Kč bez DPH [29]
- expanzní nádoba: 5 754 Kč/ks bez DPH [30]
- rozdělovač a sběrač: 10 600 Kč bez DPH [31]
- hydraulický vyrovnávač: 8 900 Kč bez DPH [31]
- regulace: 23 420 Kč bez DPH [29]

Po sečtení cen těchto přístrojů a vynásobení 1,21 (21 % DPH) se dostaneme přibližně na částku 354 395 Kč včetně DPH potřebnou pro nákup jednotlivých přístrojů.



Obrázek 13: Plynový závěsný kondenzační kotel Viessmann vitodens 200-W
(Převzato z: [29])



Obrázek 14: Nepřímo ohříváný zásobníkový ohřivač TUV Viessmann vitocell 100-B
(Převzato z: [29])



Obrázek 15: Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků ETL ekotherm HVDT II
(Převzato z: [32])

11.5 Spotřeba a cena zemního plynu

V následující části uvedu spotřebu plynu našeho domu od roku 2005 do roku 2014 a uvedu cenu za plyn dodaný v roce 2014 společností Pražská plynárenská a.s.

Tabulka 5: Spotřeba plynu bytového domu v m³

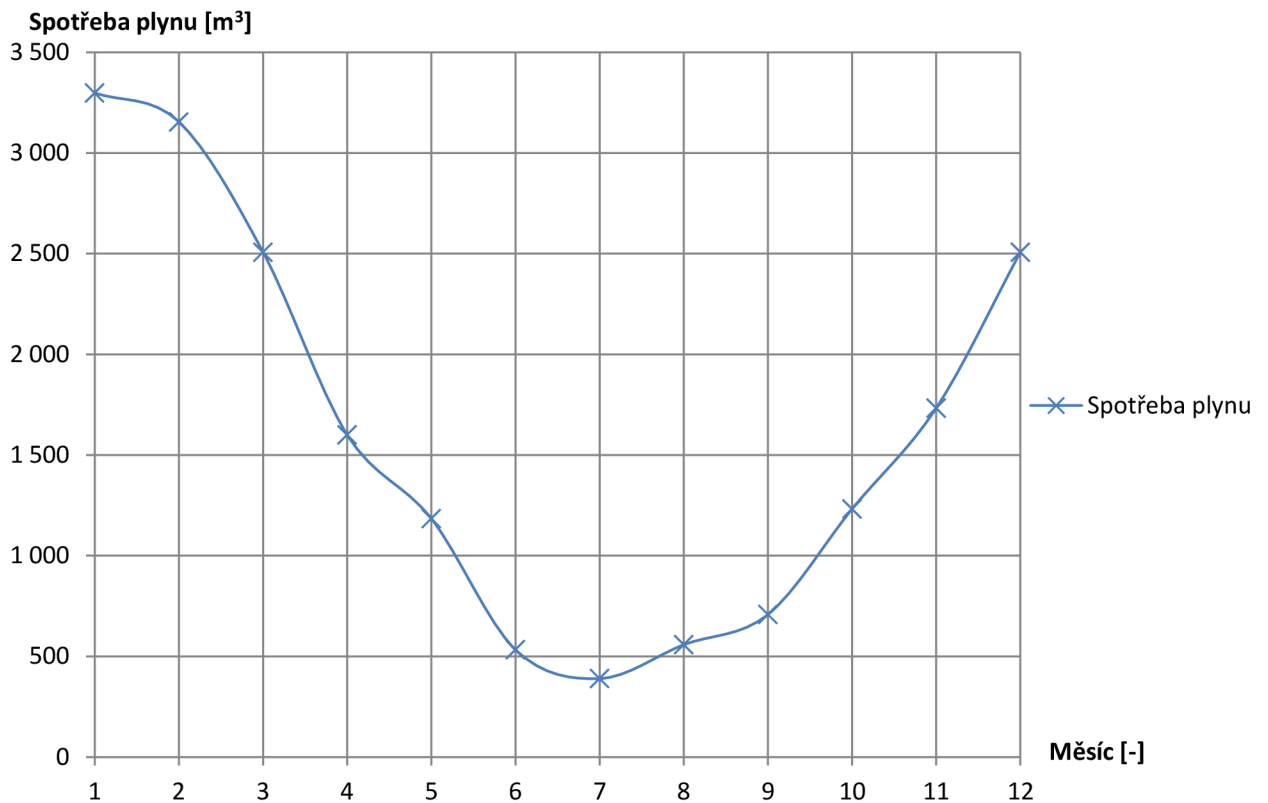
měsíc/rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
leden	4 169	5 150	3 123	3 299	3 903	3 500	3 518	3246	2906	2925
únor	4 081	6 800	2 703	2 840	3 154	3 100	2 634	3688	5832	2579
březen	4 006		2 677	2 753	2 859	2 650	3 000	2328		2129
duben	1 744	1 996	1 501	1 770	1 207	1 736	1 165	2953	1839	1504
květen	1 978	1 320	1 193	1 262	1 030	1 214	1 421		1307	1354
červen	1 202	1 036	830	772	912	993	944	1764	1072	1000
červenec	850	820	1 611	666	723	710	1 709		845	790
srpen	970	1 005		690	699	605		886	791	760
září	1 299	937	1 212	1 210	803	1 334	976	1021	1202	875
říjen	1 901	1 510	2 027	1 897	1 877	2 069	1 810	1797	1615	1314
listopad	2912	2 178	2 946	2 173	2 177	1 839	2 500	2139	2226	1782
prosinec	3 800	3 350	3 465	3 440	3 300	4 078	3 001	3156	2859	2390
celkem	28 912	26 102	23 288	22 772	22 644	23 828	22678	22978	22494	19402

Tabulka 6: Spotřeba plynu za rok 2014

Fakturační období	Spotřeba plynu [m ³]	Přepoč. koef.	Reálná spotřeba plynu [m ³]	Spalné teplo	Spotřeba v kWh	Spotřeba v MWh
1.1.2014 - 19.1.2014	1 633	0,9878	1 613,08	10,6739	17 217,83	17,218
20.1.2014 - 31.1.2014	1 665	0,9822	1 635,36	10,6739	17 455,70	17,456
1.2.2014 - 28.2.2014	3 154	0,9822	3 097,86	10,6739	33 066,24	33,066
1.3.2014 - 31.3.2014	2 507	0,9822	2 462,38	10,6739	26 283,15	26,283
1.4.2014 - 30.4.2014	1 600	0,9822	1 571,52	10,6739	16 774,25	16,774
1.5.2014 - 31.5.2014	1 184	0,9822	1 162,92	10,6739	12 412,94	12,413
1.6.2014 - 30.6.2014	533	0,9822	523,51	10,6739	5 587,92	5,588
1.7.2014 - 31.7.2014	390	0,9822	383,06	10,6739	4 088,72	4,089
1.8.2014 - 31.8.2014	558	0,9822	548,07	10,6739	5 850,02	5,850
1.9.2014 - 30.9.2014	708	0,9822	695,40	10,6739	7 422,60	7,423
1.10.2014 - 18.10.2014	564	0,9822	553,96	10,6739	5 912,92	5,913
19.10.2014 - 31.10.2014	668	0,9815	655,64	10,6682	6 994,52	6,995
1.11.2014 - 30.11.2014	1 733	0,9815	1 700,94	10,6682	18 145,96	18,146
1.12.2014 - 31.12.2014	2 507	0,9815	2 460,62	10,6682	26 250,39	26,250
Celkem	19 404		-			203,463

V následujícím grafu je vidět roční spotřeba plynu na výrobu tepla. Z grafu můžeme vyčíst, že v teplejších měsících je spotřeba tepla a tudíž i plynu menší, protože jednotliví uživatelé nemají takovou potřebu topit v bytech.

Obrázek 16: Graf spotřeby plynu pro rok 2014



Celková cena za dodávku zemního plynu se dělí na 2 části: regulovanou a neregulovanou.

Regulovanou část kontroluje Energetický regulační úřad (ERÚ). Regulovaná část se dělí na platbu za přepravu plynu, platbu za distribuci plynu a platbu za služby operátora trhu.

Přeprava plynu je první fází dopravy plynu k zákazníkovi. Cena závisí na nákladech za dovoz plynu do ČR a jeho uskladnění.

Distribuce plynu je doprava plynu do odběrných míst zákazníků systémem plynovodů různých tlakových úrovní. Distribuci platí zákazník pouze za transport plynu potrubním systémem plynovodů, nikoliv za samotný plyn. Je to odvětví, které neumožňuje konkurenci, jelikož si zákazník nemůže zvolit, kam se připojí – to závisí na poloze odběrného místa, a proto jsou ceny za přepravu a distribuci regulovány.

Operátorem trhu je akciová společnost, která je minimálně ze dvou třetin vlastněná státem. Společnost OTE, a.s. se zabývá organizováním obchodování se zemním plynem mezi obchodníky s plynem, dále zpracovává data, která jsou potřebná pro správné fungování přepravní soustavy, a také dělá další činnosti spojené s fungováním trhu s plynem.

Neregulovaná část ceny je závislá pouze na rozhodnutí daného dodavatele a může s cenou v průběhu roku hýbat. Jejími částmi jsou cena za odebraný plyn a cena za obchod, strukturování a další poplatky stanovené dodavatelem. Zákazník může cenu dodávky plynu ovlivnit pouze výběrem dodavatele [34].

Tabulka 7: Cena spotřebovaného plynu za rok 2014 (Jednotkové ceny od společnosti Pražská plynárenská a.s.)

Platba za	Fakturační období	Množství	Měrná jednotka	Období (měsíce)	Jednotková cena bez DPH [Kč]	DPH [%]	Cena včetně DPH [Kč]
distribuci (komodita)	1.1.2014 - 18.10.2014	152,07229	MWh	9,58	113,28	21	20 844,37
	19.10.2014 - 31.12.2014	51,39087	MWh	2,42	113,28	21	7 044,09
distribuci (kapacita)	1.1.2014 - 18.10.2014	0,17300	tis. m ³	9,58	87010,08	21	14 541,62
	19.10.2014 - 31.12.2014	0,16500	tis. m ³	2,42	87010,08	21	3 502,33
služby operátora trhu	1.1.2014 - 18.10.2014	152,07229	MWh	9,58	2,13	21	391,94
	19.10.2014 - 31.12.2014	51,39087	MWh	2,42	2,13	21	132,45
ostatní služby dodávky	1.1.2014 - 18.10.2015	152,07229	MWh	9,58	706,00	21	129 909,28
	19.10.2014 - 31.12.2015	51,39087	MWh	2,42	706,00	21	43 901,17
Celkem							220 267,24

Z tabulky 7 vyplývá, že cena za plyn pro rok 2012 byla asi 220 267 Kč. Za posledních 10 let je to nejmenší částka za plyn, možná proto, že teploty byly vyšší oproti létům předchozím. Očekával bych proto, že průměrná částka za plyn bude o něco vyšší, než jsem uvedl na příkladu.

11.6 Elektrická energie

Elektrická energie se v domě používá k osvětlení společných prostor a k využívání vzduchotechniky a kotelny. Dodavatelem je společnost E.ON Energie a.s. Jednotlivé byty si řeší spotřebu elektrické energie zvlášť.

Nejprve uvedu příklad spotřeby a cenu elektrické energie ve společných prostorech a následně pro představu spotřebu a cenu elektrické energie v našem bytě.

Tabulka 8: Instalovaná svítidla v budově, jejich roční spotřeba a náklady na nákup elektřiny (cena za rok 2005), (Zdroj: energetický audit)

Místnost	Typ svítidla			Počet svítidel [ks]	Příkon celkem [kW]	Spotřeba elektřiny [kWh]	Náklady na elektřinu [Kč/rok]
	Typ	Počet ks	[W/ks]				
garáže	zářivka	2	36	11	0,792	84	382
garáže	zářivka	2	36	5	0,360	18	84
schodiště 1.PP	komp. zářivka	1	15	3	0,045	2	9
místnost úklidu	žárovka	1	15	4	0,060	1	3
kotelna	komp. zářivka	1	15	6	0,090	8	35
sklepy	komp. zářivka	1	15	10	0,150	10	46
sklepy	komp. zářivka	1	15	4	0,060	3	16
vchod do domu	komp. zářivka	1	15	6	0,090	31	139

Místnost	Typ svítidla			Počet svítidel	Příkon celkem	Spotřeba elektřiny	Náklady na elektřinu
	Typ	Počet ks	[W/ks]	[ks]	[kW]	[kWh]	[Kč/rok]
schodiště	komp. zářivka	1	15	24	0,360	79	360
kočárky	komp. zářivka	1	15	6	0,090	3	16
obchod	komp. zářivka	1	15	3	0,045	0	1
	zářivka	2	36	3	0,216	1	5
Celkem				85	2,358	240	1096

Tabulka 9: Instalované spotřebiče v budově, jejich roční spotřeba a náklady na nákup elektřiny (cena za rok 2005), (Zdroj: energetický audit)

Místnost	Typ svítidla		Počet	Příkon celkem	Spotřeba elektřiny	Náklady na elektřinu
	Typ	[kW]	[ks]	[kW]	[kWh]	[Kč/rok]
kotelna	kotel	0,15	2	0,15	237	1077
	oběhovka kotlový	0,06	2	0,12	371	1686
	čerp. spol. prost.	0,06	2	0,12	190	865
	čerp. okr. byty	0,55	1	0,55	1007	4582
	čidla CO	0,005	11	0,055	183	833
	vrata garáží	0,2	2	0,4	23	106
strojovna VZT	vzduchotechnika	0,35	2	0,65	91	222
schodiště	šikmá plošina	0,37	3	1,11	28	318
sklepy	el. nářadí	-	-	-	10	46
Celkem			25	3,955	2140	9735

Celková cena za elektrickou energii pro společné prostory je $1\,096 + 9\,735 = 10\,831$ Kč.

Spotřeba elektrické energie ze sítě by se dala zredukovat například umístěním fotovoltaických panelů na část střešní plochy. Střecha má plochu přibližně 710 m^2 . Ne na celou plochu střechy se ovšem dají umístit fotovoltaické panely, jelikož střecha může být moc šikmá nebo to nemusí vycházet rozměrově mezi místy, kde jsou umístěna střešní okna. Řekněme, že by se dala využít asi jedna polovina plochy střechy, což odpovídá přibližně 355 m^2 .

Já jsem si pro svůj návrh vybral fotovoltaický solární panel Samsung S-energy SM-250 PC8, 250 Wp. Tento fotovoltaický panel má rozměry $1665 \times 999 \times 50$ mm, váží 20 kg a má maximální výkon 250 W. Jeden panel stojí 7 103 Kč včetně DPH a udávaná životnost panelu je asi 20 let [35].

Na zvolenou plochu střechy sedá využít přibližně 200 fotovoltaických panelů těchto rozměrů a zaberou plochu asi 333 m^2 . Prostým vynásobením počtu fotovoltaických panelů a ceny za jeden, dojdeme k výsledku, že pouhé pořízení takového množství solárních panelů by stálo asi 1 420 600 Kč. Otázka teď nastává, jestli by se pořízení takového množství panelů vyplatilo.

Bohužel fotovoltaické panely nemají velkou účinnost. Pro tento návrh budu počítat s průměrnou hodnotou, která bude odpovídat přibližně třetinové hodnotě maximálního výkonu, tedy asi 80 W na jeden panel při průměrné intenzitě slunečního záření.



*Obrázek 17: fotovoltaický solární panel Samsung S-energy SM-250 PC8, 250 Wp
(Zdroj: [35])*

Dále se musí uvažovat, že denní světlo se nedá využívat pořád. Bude proto počítat s průměrnou dobou využití fotovoltaických panelů 8 hodin denně po celý rok.

Vynásobením uvedených hodnot se dostaneme k průměrné hodnotě elektrické energie v jednotkách Wh:

Počet fotovoltaických panelů * průměrný výkon jednoho panelu * počet hodin fungování denně * počet dní v roce = $200 * 80 * 8 * 365 = 46,72 \cdot 10^6 \text{ Wh} = 46,72 \text{ MWh}$.

Tento dům ovšem tak velkou energii nepotřebuje, proto by se dalo použít méně panelů. Společné prostory domů spotřebují přibližně 2,38 MWh elektrické energie za rok. Z výše uvedeného postupu, se dojde k počtu potřebných fotovoltaických panelů. Na pokrytí této spotřeby by bylo potřeba asi 10 fotovoltaických panelů při dodržení uvedených průměrných hodnot.

10 fotovoltaických panelů by pak stálo $10 * 7103 = 71\,030 \text{ Kč}$ [35].

Kdybych počítal cenu za celkovou realizaci fotovoltaických panelů 150 000 Kč, tak návratnost projektu by byla 14 – 15 let.

To ovšem uvažuji, že by se vyrobená elektrická energie hned spotřebovávala, což ve své podstatě není možné. Tím pádem by se do domu musely také instalovat určité akumulátory, které by opět zvýšili cenu projektu a tím pádem prodloužili dobu návratnosti. Jelikož při odhadnutých parametrech už je doba návratnosti 15 let a akumulátory by tuto dobu ještě měly prodloužit, tak si myslím, že fotovoltaické panely by na střechu nemělo smysl instalovat.

Nyní uvedu spotřebu a cenu elektrické energie pro náš byt za jedno zúčtovací období (rok 2014). Naším dodavatelem je skupina ČEZ a.s.

Tabulka 10: Přehled spotřeby elektrické energie pro 1 byt

Zúčtovací období	Spotřeba elektrické energie [kWh]
7. 12. 2013 – 31. 12. 2013	221
1. 1. 2014 – 1. 1. 2014	9
2. 1. 2014 – 22. 9. 2014	1840
23. 9. 2014 – 4. 12. 2014	525
Celkem	2595

Tabulka 11: Regulované platby související s dodávkou elektřiny (bez DPH)

Období 7. 12. 2013 - 31. 12. 2013				
	[MWh]	Počet měsíců	[Kč/jednotku]	Základ daně [Kč]
Stálý měsíční plat za příkon (jistič 3x25 A)	-	0,806	60,00	48,36
Spotřeba elektřiny vysoký tarif	0,221	-	1 739,00	384,32
Cena za systémové služby	0,221	-	132,19	29,21
Cena na podporu výkupu elektřiny z OZE	0,221	-	583,00	128,84
Cena OTE za činnost zúčtování	0,221	-	7,56	1,67
Celkem				592,41
Období 1. 1. 2014 - 4. 12. 2014				
	[MWh]	Počet měsíců	[Kč/jednotku]	Základ daně [Kč]
Stálý měsíční plat za příkon (jistič 3x25 A)	-	11,129	60,00	667,74
Spotřeba elektřiny vysoký tarif	2,374	-	1 631,02	3 872,04
Cena za systémové služby	2,374	-	119,25	283,10
Cena na podporu výkupu elektřiny z OZE	2,374	-	495,00	1 175,13
Cena OTE za činnost zúčtování	2,374	-	7,55	17,92
Celkem				6 015,93

Tabulka 12: Platby za silovou elektřinu (bez DPH)

Období 7. 12. 2013 - 31. 12. 2013				
	[MWh]	Počet měsíců	[Kč/jednotku]	Základ daně [Kč]
Pevná cena za měsíc	-	0,806	50,00	40,30
Spotřeba elektřiny vysoký tarif	0,221	-	1427,00	315,37
Daň z elektřiny	0,221	-	28,30	6,25
Celkem				361,92
Období 7. 12. 2013 - 31. 12. 2013				
	[MWh]	Počet měsíců	[Kč/jednotku]	Základ daně [Kč]
Pevná cena za měsíc	-	11,129	60,00	667,74
Spotřeba elektřiny vysoký tarif	2,374	-	1213,00	2879,66
Daň z elektřiny	2,374	-	28,30	67,18
Celkem				3614,59

Po sečtení celkových hodnot a vynásobením 1,21 (kvůli 21 % DPH) se dostaneme k částce 10 584,85 Kč za roční odebranou elektrickou energií pro 1 byt.

11.7 Kogenerační jednotka

Při návrhu bytového domu by se dalo uvažovat s instalací kogenerační jednotky. Nejprve vysvětlíme co je to kogenerace a na jakém principu pracuje.

Kogenerace je vlastně kombinovaná výroba elektrické energie a tepla. Kogeneraci je vhodné využít především v těch objektech, kde je potřeba současná dodávka elektrické energie a tepla. Takovými budovami jsou například zdravotnická zařízení, školy nebo průmyslové závody.

Kogenerace se dá použít i v menších objektech. Mikrokogenerační jednotka je spalovací motor s generátorem, který s vysokou účinností ze zemního plynu vyrábí elektrickou energii a teplo. Motor pohání generátor, který vyrábí elektrickou energii. Motor je chlazen vodou, která se využívá jako zdroj pro vytápění či ohřev TUV.

Kogenerační jednotka se instaluje primárně kvůli teplu. Přebytečná elektrická energie, která se nespotřebuje v objektu, se odvede (prodá) do distribuční sítě.

Teoreticky by se v našem bytovém domě kogenerační jednotka dala instalovat, problém by ovšem nastal v teplejších měsících, kdy by potřeba tepla nebyla tak velká. Odvod tepla do okolí v bytovém domě prakticky není možný, jelikož odváděné teplo by mohlo někoho zranit. Proto by se kogenerační jednotka musela instalovat na menší tepelný výkon s tím, že by stejně byla potřeba výroba další tepelné energie v chladnějších měsících. Z tohoto důvodu bych se radši přiklonil k první verzi, která je uvedena výše.

12 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo popsat výrobu elektrické energie z různých zdrojů, celkové zhodnocení vývoje v oblasti výroby elektrické energie s ohledem na současný stav a nakonec se pokusit sestavit systémový návrh energetického zdroje pro určitý objekt.

V této práci jsme se dozvěděli, co je to energie a kde se vyrábí. V současné době je největším výrobcem elektrické energie SKUPINA ČEZ. Vlastní elektrárny s instalovaným výkonem asi 15,2 GW. Přibližně 85 % z tohoto výkonu je vyráběno v jaderných a tepelných elektrárnách. Výroba elektřiny (brutto) skupinou ČEZ byla v roce 2013 asi 66,7 TWh. Celková výroba elektřiny pro rok 2013 činila 87 TWh. Zde jsme se dozvěděli, že pořád mají majoritní podíl na výrobě elektrické energie fosilní paliva. I když je snaha, aby byl co největší podíl vyrobený za pomoci obnovitelných zdrojů, což je velmi těžké z geologických důvodů. Přidávání dalších vodních elektráren je možné pouze v malé míře, protože to nedovolují vodohospodářské podmínky. Co se týče větrných elektráren, tak se mohou stavět pouze na místech, kde je celoroční průměr rychlosti větru alespoň 5 m/s, což je pouze na horách nebo na vrchovinách. Sluneční elektrárny je u nás sice možno dál stavět, ovšem ty nemají tak velký výkon.

S ohledem na životní prostředí nás primárně zajímá snižování emisí skleníkových plynů. Výroba elektrické energie z uhlí by se měla do budoucna co nejvíce omezit, jelikož uhlí je omezený zdroj, ale skutečností bohužel zůstává, že se bez tepelných elektráren, které produkují většinu emisí, neobejdeme. Jaderné elektrárny neprodukují žádné emise, protože zde nedochází ke spalovacímu procesu, jako u elektráren tepelných. Jediná věc, co nás u jaderných elektráren zajímá je to, co se bude dít s vyhořelým palivem. U elektráren vyrábějící elektrickou energii z OZE se o emisích vůbec hovořit nedá. Například u větrných se ale může počítat s určitým navýšením hluku v nejbližším okolí nebo u slunečních elektráren se jedná o likvidaci jednotlivých panelů po skončení jejich životnosti.

Při návrhu zdroje budovy jsem vycházel z obytného domu situovaného na ulici Veselská 11, 12 a 13 ve Žďáře nad Sázavou. Nejprve jsem určil tepelné ztráty prostupem budovy pro jednotlivé prvky budovy, jako jsou zdi, okna nebo dveře. Následně jsem určil tepelné ztráty větráním budovy a nakonec potřebu tepelné energie pro přípravu teplé užitkové vody. Pokusil jsem se navrhnout potřebné vybavení pro výrobu tepla a teplé užitkové vody, a jelikož jsem navrhnul kotle spalující zemní plyn, tak jsem uvedl i roční spotřebu zemního plynu včetně ceny od společnosti Pražská plynárenská a.s.

Pro návrh elektrické energie jsem vycházel z konceptu, že pro společné prostory dodává elektřinu společnost E.ON Energie a.s. a bytové jednotky si po stránce elektrické energie řeší jednotliví majitelé sami. Uvedl jsem zde jako příklad spotřebu elektrické energie našeho bytu i cenu za tuto energii.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] JANČAR, Rost'a. Exkluzivní fotoreportáž z modernizace jaderné elektrárny Temelín. [online]. 1. 10. 2007 [cit. 2014-10-19]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/exkluzivni-fotoreportaz-z-modernizace-jaderne-elektrarny-temelin-1fb-/tec_reportaze.aspx?c=A070827_101055_tec_reportaze_rja
- [2] Uran. AMAPRO. [online]. [cit. 2014-10-19]. Dostupné z: http://amapro.cz/datove_zdroje/stranky/chemicke_prvky/chemicprvek_92.php
- [3] Uran. PERIODICKÁ TABULKA. [online]. [cit. 2014-10-19]. Dostupné z: <http://www.prvky.com/92.html>
- [4] POLANECKÝ, K. Těžba uranu a následky. *Těžba uranu a následky* [online]. [cit. 2014-10-19]. Dostupné z: http://www.temelin.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=146&Itemid=108
- [5] LAZÁREK, J. Perspektivy těžby uranu v ČR. TOP EXPO CZ. [online]. 2012. vyd. [cit. 2014-10-19]. Dostupné z: http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/spsb-2012/abstrakty/lazarek_josef.pdf
- [6] Jak se obohacuje jaderné palivo. [online]. 5. 11. 2008 [cit. 2014-10-30]. Dostupné z: <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=125>
- [7] SKUPINA ČEZ. *Výroba elektřiny* [online]. [cit. 2014-10-30]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elekriny.html>
- [8] POSPÍŠILOVÁ, Hana. *Tepelná elektrárna* [online]. 25. 4. 2014 [cit. 2014-11-15]. Dostupné z: <http://svetenergie.blogspot.cz/>
- [9] MARŠAL, Jan. *Paroplynová elektrárna* [online]. Plzeň, 2012 [cit. 2014-11-15]. Dostupné z: https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/2825/BP_Jan_Marsal.pdf?sequence=1. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická, Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky. Vedoucí práce Ing. Miroslav Šafařík
- [10] Alternativní zdroje energie. *Sluneční elektrárny* [online]. [cit. 2014-11-20]. Dostupné z: <http://www.alternativni-zdroje.cz/slunecni-solarni-elekrarny.htm>
- [11] ČESKÁ SOLÁRNÍ s. r. o. *Fotovoltaika princip* [online]. [cit. 2014-11-20]. Dostupné z: http://www.ceska-solarni.cz/fotovoltaika_princip.php
- [12] WATTSUN. *Fotovoltaické panely* [online]. [cit. 2014-11-25]. Dostupné z: <http://www.wattsun.cz/fotovoltaicke-panely.php>
- [13] Vodní a tepelné elektrárny. *Vodní elektrárny v ČR* [online]. [cit. 2014-11-25]. Dostupné z: <http://www.vodni-tepelne-elekrarny.cz/vodni-elekrarny-cr.htm>
- [14] VYSOUDIL, Martin. *Návrh malé vodní elektrárny* [online]. Brno, 2009 [cit. 2014-11-28]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=18464. Bakalářská práce. Vysoké Učení Technické. Vedoucí práce Ing. Martin Belatka
- [15] Software a hardware pro řízení. SH CONTROL S.R.O. *Malé vodní elektrárny* [online]. [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: http://www.shcontrol.cz/cz/article.asp?article_id=18&lang_id=1

- [16] SEDLÁČEK, Jiří. Energie vody. [online]. 2008 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: http://ok1zed.sweb.cz/s/el_vodniel.htm
- [17] Vodní elektrárny. ENVIWEB S.R.O. [online]. 21. 11. 2009 [cit. 2014-11-28]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/vodenerg/79300/vodni-elektarny>
- [18] KLECZEK, Josip. *Teplo vody a její pohybová energie* [online]. 11. 6. 2007 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4184-teplo-vody-a-jeji-pohybova-energie>
- [19] Geotermální energie. ENTERGEO. [online]. [cit. 2014-12-04]. Dostupné z: <http://www.entergeo.com/co-je-geotermalni-energie.html>
- [20] SCHUHOVÁ, Tereza. *Geotermální energie: Kolik elektřiny získáváme?* [online]. 11. 01. 2010 [cit. 2014-12-09]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/geotermalni-energie-kolik-elektřiny-ziskavame.aspx>
- [21] Mapa bioplynových stanic. CZ BIOM. [online]. 2009 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/produkty-a-sluzby/bioplynove-stance>
- [22] Bioplynová stanice. [online]. [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bioplynova-stance.dic>
- [23] HONSOVÁ, Marcela. Teplo a světlo za pár šlupek. [online]. 6. 5. 2010 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: <http://ekonom.ihned.cz/c1-43162490-teplo-a-svetlo-za-par-slupek>
- [24] Zákon 406/2000 Sb.: Zákon o hospodaření s energií, ve znění pozdějších předpisů. 2000. [cit. 2015-04-20].
- [25] O technických požadavcích na stavby. *Sbírka zákonů*. 2009. Dostupné také z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-268-2009-sb-o-technicky-pozadavcich-na-stavby>
- [26] *Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posuzování energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky*. 2011. Dostupné také z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [27] *Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování*. 2006. Dostupné také z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [28] *Kotelny se zařízením na plynná paliva*. 2005. Dostupné také z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [29] VIESSMANN. *Viessmann* [online]. [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: <http://www.toptechnika.cz/>
- [30] *Reflex - ceník* [online]. [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/cz/ceniky-vyroby-reflex>
- [31] *ETL - Ekotherm* [online]. [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: <http://www.etl.cz/attachments/Cenik%20ETL-Ekotherm%20032014.pdf>
- [32] *Racen* [online]. [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: <http://www.racen.sk/?id=3>
- [33] Konzultace s panem Jiřím Vencálkem
- [34] *Jaké jsou složky celkové ceny za dodávku zemního plynu?* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energie/204-jake-jsou-slozky-celkove-ceny-za-dodavku-zemniho-plynu>
- [35] *Fotovoltaický solární panel Samsung S-energy SM-250 PC8, 250 Wp* [online]. [cit. 2015-05-15]. Dostupné z: <http://solarni-panely.cz/e-shop/fotovoltaicke-panely/fotovoltaicky-solarni-panel-samsung-s-energy-sm-250-pc8-250-wp>