

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

VLIV OZE NA ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVU ČR

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

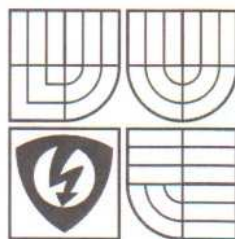
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MICHAELA VÁNIŠOVÁ

BRNO 2010



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Michaela Vánišová

Ročník: 3

ID: 106857

Akademický rok: 2009/10

NÁZEV TÉMATU:

Vliv OZE na elektrizační soustavu ČR

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. definice obnovitelný zdrojů energie
2. připojovací podmínky do DS
3. problematika provozu OZE
4. definice lokálních a systémových vlivů - jejich zhodnocení u jednotlivých typů OZE
5. zhodnocení dalšího rozvoje vzhledem k energetickému potenciálu jednotlivých OZE

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 8.2.2010

Termín odevzdání: 31.5.2010

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

Konzultanti bakalářské práce:

doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc.

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:

VÁNIŠOVÁ, M. *Vliv OZE na elektrizační soustavu ČR*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 46 stran. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Mastný, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v přiloženém seznamu.

Zároveň bych na tomto místě chtěla poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Mastnému Ph.D. za cenné rady a připomínky k mé práci, poskytnutou literaturu a svým rodičům za podporu během celé doby mého studia.

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



**Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Ústav elektroenergetiky**

Bakalářská práce

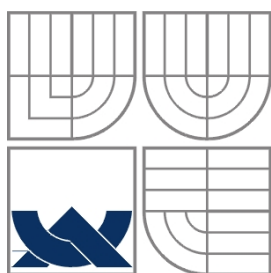
Vliv OZE na elektrizační soustavu ČR

Michaela Vánišová

vedoucí: Ing. Petr Mastný, Ph.D.

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2010

Brno



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



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

Bachelor's Thesis

Influence of RES to power system in Czech Republic

by

Michaela Vánišová

Supervisor: Ing. Petr Mastný, Ph.D.

Brno University of Technology, 2010

Brno

ANOTACE

Práce je zaměřena na působení obnovitelných zdrojů energie na elektrizační soustavu České republiky z hlediska problematiky provozu, připojovacích podmínek do distribuční soustavy a zhodnocení dalšího rozvoje OZE.

ABSTRAKT

Tento text pojednává o obnovitelných zdrojích energie z hlediska působení na elektrizační soustavu České republiky. V práci je uvedena definice obnovitelných zdrojů energie. Dále jsou zde rozebrány základní informace o připojovacích podmínkách do distribuční soustavy. Ve dvou kapitolách je zmíněna a rozebrána problematika provozu obnovitelných zdrojů energie a jejich vlivů na elektrizační soustavu. Poslední kapitola je zaměřena na možnost dalšího využití obnovitelných zdrojů energie vzhledem k jejich energetickému potenciálu.

KLÍČOVÁ SLOVA: Obnovitelný zdroj energie;
Větrná elektrárna;
Malá vodní elektrárna;
Fotovoltaická elektrárna;
Biomasa;
Bioplyn;
Cenová rozhodnutí ERÚ;
Zelený bonus;
Minimální výkupní cena;
Distribuční soustava;
Připojení do distribuční soustavy;
Zkratová odolnost;
Energetický potenciál

ABSTRACT

This text deals with renewable energy sources in terms of working on the electricity network of the Czech Republic. There is the definition of renewable energy sources in the work. Next there are discussed the basic information about connecting to the distribution network. In two parts, there is mentioned and discussed the issue of operation of renewable energy resources and their effects in terms of the electricity network. The last chapter is focused on the possibility of further utilization of renewable energy sources because of their natural energy.

KEY WORDS:

Renewable energy source;
Wind power station;
Small hydro power station;
Photovoltaic power station;
Biomass;
Biogas;
Pricing decisions Regulatory Authority for Energy;
Green bonus;
Minimum purchase price;
Distribution network;
Connecting to the distribution network;
Fault level;
Natural energy

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	11
SEZNAM TABULEK	12
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	13
1 ÚVOD	14
2 DEFINICE OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE.....	15
3 PŘIPOJOVACÍ PODMÍNKY DO DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY	19
3.1 ZÁKLADNÍ POJMY	19
3.2 ÚVODEM O PPDS	20
3.3 CHARAKTERISTIKY NAPĚTÍ ELEKTŘINY DODÁVANÉ Z DS	20
3.4 CHARAKTERISTIKY POŽADOVANÉHO ODBĚRU	21
3.5 ZPŮSOB PŘIPOJENÍ.....	21
3.5.1 ODMÍTNUTÍ POŽADAVKU NA PŘIPOJENÍ.....	21
3.5.2 PŘÍMÉ VEDENÍ.....	21
3.6 TECHNICKÉ POŽADAVKY NA PŘIPOJENÍ.....	22
3.6.1 ZAŘÍZENÍ NA HRANICI VLASTNICTVÍ	22
3.6.2 POŽADAVKY NA CHRÁNĚNÍ	22
3.6.3 ZKRATOVÁ ODOLNOST	22
3.6.4 ÚČINEK KAPACITNÍ A INDUKTIVNÍ.....	22
3.6.5 INFORMACE PRO AUTOMATIZOVANÝ SYSTÉM DISPEČERSKÉHO ŘÍZENÍ PDS	22
3.7 POŽADAVKY NA VÝROBCE ELEKTŘINY	23
3.7.1 ÚDAJE POŽADOVANÉ OD VŠECH VÝROBCŮ ELEKTŘINY	23
3.7.2 DOPLŇUJÍCÍ ÚDAJE.....	23
3.7.3 TECHNICKÉ POŽADAVKY	23
3.8 ÚDAJE PRO PLÁNOVÁNÍ	24
3.8.1 KOMPENZACE JALOVÉHO VÝKONU.....	24
3.8.2 ZKRATOVÉ PROUDY	24
3.8.3 KRÁTKODOBÉ PŘEPĚTÍ.....	24
3.9 SROVNÁNÍ CENOVÝCH ROZHODNUTÍ ERÚ V LETECH 2002 – 2010.....	24
4 PROBLEMATIKA PROVOZU OZE	29
4.1 ROZPTÝLENÁ VÝROBA.....	29
4.1.1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY	29
4.1.2 MÍSTO PŘIPOJENÍ DO DS	29
4.1.3 NAPÁJECÍ NAPĚTÍ.....	29
4.2 NAPĚŤOVÉ EFEKTY	30
4.2.1 PŘEPĚTÍ V ROVNOVÁŽNÉM STAVU.....	30
4.2.2 ČINNÝ A JALOVÝ VÝKON Z OZE.....	30
4.3 TEPLOTNÍ LIMITY	31
4.3.1 VENKOVNÍ VEDENÍ A KABELY	31
4.4 DALŠÍ PROBLÉMY VÝROBY ROZPTÝLENÉ VÝROBY	31
4.4.1 SKOKY A POKLESY	31

4.4.2 HARMONICKÉ KMITY A ZKRESLENÍ	31
4.4.3 NESYMETRIE FÁZOVÉHO NAPĚTÍ	31
4.4.4 ZTRÁTY V SÍTI.....	31
4.5 OSTROVNÍ PROVOZY	32
5 DEFINICE LOKÁLNÍCH A SYSTÉMOVÝCH VLIVŮ U JEDNOTLIVÝCH TYPŮ OZE	33
5.1 VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY	33
5.1.1 CHOVÁNÍ PŘI ZKRATECH.....	33
5.1.2 CHOVÁNÍ PŘI ZMĚNÁCH FREKVENCE.....	33
5.1.3 VLIV NA ZAŘÍZENÍ HDO	34
5.1.4 FLIKR	34
5.2 FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY	35
5.2.1 HARMONICKÉ.....	35
5.2.2 NEŽÁDOUCÍ OSTROVNÍ PROVOZ	35
6 ZHODNOCENÍ DALŠÍHO ROZVOJE VZHLEDEM K ENERGETICKÉMU POTENCIÁLU JEDNOTLIVÝCH OZE	37
6.1 POTENCIÁL PŘÍRŮSTKU OZE V ČESKÉ REPUBLICE	37
6.1.1 FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY	37
6.1.2 VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY	37
6.1.3 VODNÍ ELEKTRÁRNY.....	38
6.1.4 ENERGIE BIOMASY	39
6.1.5 GEOTERMÁLNÍ ENERGIE	40
6.2 PŘIPOJOVÁNÍ NOVÝCH VTE A FTE DO DS A PS	41
6.3 BILANČNÍ LIMITY	42
7 ZÁVĚR.....	43
POUŽITÁ LITERATURA	45

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Struktura výroby elektřiny brutto v ES ČR</i>	<i>16</i>
<i>Obrázek 2 Struktura výroby elektřiny brutto v ES ČR – detail zdrojů s menším podílem výroby elektřiny v roce 2008</i>	<i>16</i>
<i>Obrázek 3 Vývoj minimálních výkupních cen elektřiny v letech 2002-2010.....</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 4 Vývoj hodnoty zeleného bonusu v letech 2002-2010</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 5 Účinnost větrné elektrárny [8]</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 6 Vypínací charakteristika při blízkém zkratu [7]</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 7 Chování VTE při změnách frekvence [7].....</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 8 Nejvhodnější lokality pro hydrotermální projekty</i>	<i>41</i>
<i>Obrázek 9 Sluneční elektrárny, stav k 1.3.2010 [21]</i>	<i>42</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 Struktura výroby elektřiny brutto v ES ČR.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabulka 2 Klasifikace přírodních zdrojů energie [1]</i>	<i>17</i>
<i>Tabulka 3 Průměrné minimální výkupní ceny elektřiny v letech 2002 - 2006</i>	<i>25</i>
<i>Tabulka 4 Průměrné minimální výkupní ceny elektřiny v letech 2007 - 2010</i>	<i>26</i>
<i>Tabulka 5 Průměrné hodnoty zelených bonusů v letech 2002 - 2006</i>	<i>27</i>
<i>Tabulka 6 Průměrné hodnoty zelených bonusů v letech 2007 - 2010</i>	<i>28</i>
<i>Tabulka 7 Odhad pravděpodobného realizovatelného potenciálu větrné energie vázaný na úroveň současné technologie VTE [23]</i>	<i>38</i>
<i>Tabulka 8 Potenciál energetické biomasy v ČR [23]</i>	<i>40</i>

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Výraz
ČR	Česká republika
MVE	Malá vodní elektrárna
OZE	Obnovitelné zdroje energie
VTE	Větrná elektrárna
FVE	Fotovoltaická elektrárna
ES	Elektrizační soustava
nn	nízké napětí
vn	vysoké napětí
vvn	velmi vysoké napětí
PCC	Bod společného spoje (z anglického Point of Common Coupling)
PWM	Pulsní šířková modulace (z anglického Pulse Width Modulation)
DS	Distribuční soustava
PS	Přenosová soustava
PDS	Provozovatel distribuční soustavy
PPDS	Připojovací podmínky do distribuční soustavy
ERÚ	Energetický regulační úřad
EZ	Energetický zákon
HDO	Hromadné dálkové ovládání

Značka	Veličina	Značka jednotky
U_n	jmenovité napětí	V
f	frekvence	Hz
τ	doba do zotavení	s
$\cos \varphi$	účinník	(-)

1 ÚVOD

Obnovitelné zdroje energie jsou z hlediska přeměny energie jedním z nejčistších zdrojů elektrické energie, protože při přeměně nevznikají skleníkové plyny, zejména potom jeden z hlavních, což je oxid uhličitý. Výjimku tvoří spalování biomasy. Avšak při tomto výrobním procesu je produkováno pouze takové množství oxidu uhličitého, které rostliny za svůj život odebraly z atmosféry.

Někdo by se mohl zeptat, proč se obnovitelné zdroje energie nepoužívají k výrobě elektrické energie více, když jsou tak šetrné k životnímu prostředí oproti například tepelným elektrárnám, které produkují velké množství emisí, ale v ČR jsou hojně při výrobě elektrické energie využívány.

Zde může nastat další otázka, zda je výroba elektrické energie prostřednictvím obnovitelných zdrojů energie tak výhodná, aby byla používána jako primární. Zda nejsou problémem záporné vlivy obnovitelných zdrojů na elektrizační soustavu, což je samozřejmě nežádoucí. Jestliže připojujeme jakoukoli výrobu do distribuční soustavy, musí být bezpodmínečně splněny připojovací podmínky k distribuční soustavě.

Cílem této práce je seznámit se s připojovacími podmínkami do DS, upřesnit si, co definice OZE znamená, zvážit rušivé vlivy OZE na elektrizační soustavu a jejich další rozvoj a použití vzhledem k jejich energetickému potenciálu.

2 DEFINICE OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

Legislativní definici obnovitelných zdrojů nám popisuje zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní zprávy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů, Hlava II, Zvláštní část, Díl 1, Elektroenergetika, § 31 Obnovitelné zdroje.

(1) Obnovitelnými zdroji se rozumí obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu.[2]

Jak nám zákon popisuje, tak obnovitelné zdroje energie nahrazují zásoby uložené v útrokách naší Země, jako jsou fosilní paliva – uhlí, zemní plyn, ropa; štěpné nebo-li radioaktivní látky a v neposlední radě také vodík vázaný ve vodě. Využíváním a rozvojem techniky k efektivnějšímu využití OZE pomáháme dodávat energii, která není vyrobena ze zdrojů – zásob paliv, která vznikla vlivem přírodních procesů ještě před miliony let, před érou lidstva a tím také zlepšovat stav životního prostředí, což je velice důležité.

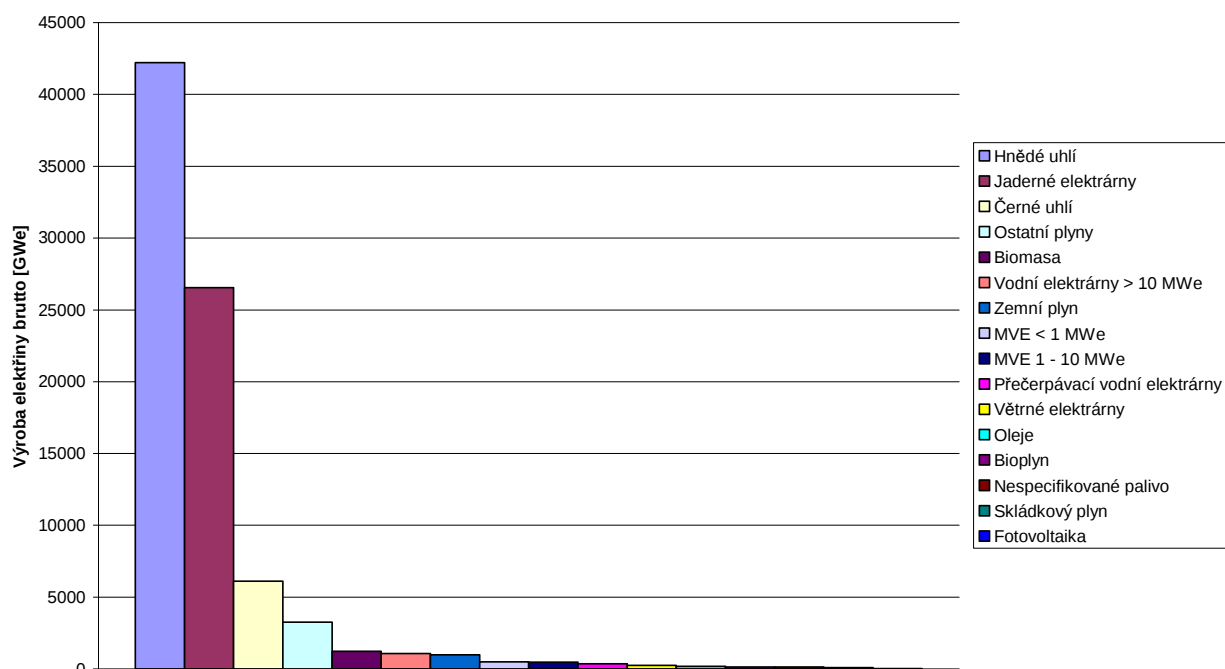
Žádný zdroj energie není stoprocentní. Využívání energie z OZE je velice proměnlivé vzhledem ke svým vlastnostem a způsobu fungování. Jako příklad můžeme uvést energii ze Slunce. Problémem tohoto zdroje je nestálost a proměnlivá intenzita slunečního záření. Slunce nám například nesvítí v noci, nebo v zimě nemá takovou intenzitu záření jako v létě, při nepříznivém počasí je síla záření hodně ne-li úplně omezena a také energie záření je snadno pohlcena již v atmosféře. Problematiku provozu OZE je více rozebrána v některé z následujících kapitol.

V poslední době se v ČR a dalších zemích stále více používá pojem obnovitelný zdroj energie, ale co toto spojení ve své podstatě znamená? Chápeme-li zdroj energie jako její určitou kvantitativně stanovenou zásobu, je pouze vyčerpatelný, a ve své původní podobě nemůže být obnoven. Zdroj energie je tedy z logického hlediska neobnovitelný. Pojem obnovitelný zdroj energie je obnovitelný např. vodní pramen, který stále (obnovitelně) vytéká, ale činí tak na úkor skutečného zdroje (např. zásobníku spodní vody, který již není samovolně doplňován). Vzhledem k této dvojakosti výkladu slovní vazby obnovitelný zdroj energie se v odborné literatuře dává přednost termínu obnovitelná energie a slovo zdroj se vypouští. Tato kombinace slov, která je založená na zákonu zachování energie, je jednoznačná a přibližuje se k přesnější fyzikální terminologii.[1]

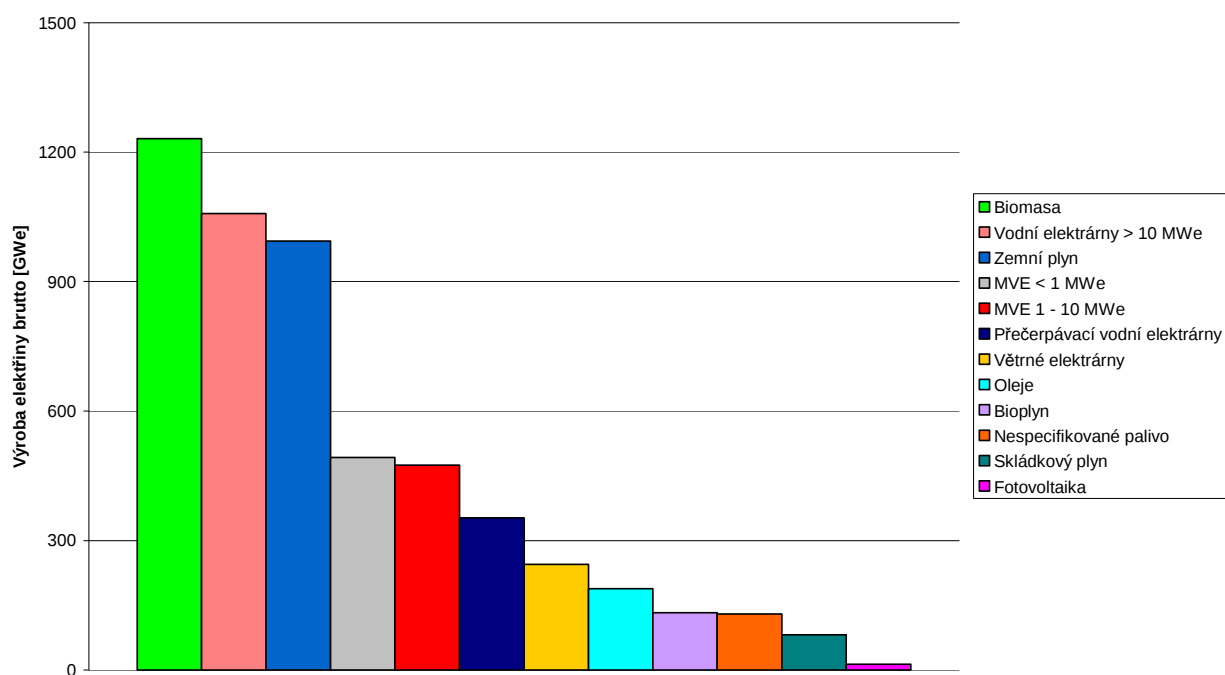
OZE nebo energii z obnovitelných zdrojů můžeme též označit jako alternativní zdroje energie nebo jen alternativní energie. Tímto pojmem označujeme jiný zdroj nebo energii, která nebyla vyrobena z fosilních paliv nebo štěpením jaderného paliva.

Podíl výroby energie a instalovaných výkonů za rok 2008 přesně uvádí Roční zpráva o provozu ES ČR 2008 – ERÚ. [4]

Jako názorná ukázka slouží grafy na obrázku 1, obrázku 2 a tabulce 1. Data byla použita z výše uvedené Roční zprávy o provozu ES ČR 2008 – ERÚ. [4]



Obrázek 1 Struktura výroby elektřiny brutto v ES ČR



Obrázek 2 Struktura výroby elektřiny brutto v ES ČR – detail zdrojů s menším podílem výroby elektřiny v roce 2008

Zdroj	Výroba elektřiny brutto [GWh]	Zdroj	Výroba elektřiny brutto [GWh]
Hnědé uhlí	42212,0	MVE 1 - 10 MWe	474,6
Jaderné elektrárny	26551,0	Přečerpávací vodní elektrárny	352,0
Černé uhlí	6110,9	Větrné elektrárny	244,7
Ostatní plyny	3252,2	Oleje	187,9
Biomasa	1231,2	Bioplyn	133,2
Vodní elektrárny > 10 MWe	1057,5	Nespecifikované palivo	129,7
Zemní plyn	993,9	Skládkový plyn	81,9
MVE < 1 MWe	492,3	Fotovoltaika	12,9
Celkem		83517,9	

Tabulka 1 Struktura výroby elektřiny brutto v ES ČR

Energii dostupnou v přírodě můžeme rozdělit na dvě skupiny, jež vychází z dělení energie na potenciální a pohybovou:

- a) staré zásoby
- b) sluneční zářivý tok.

Jednotlivá rozdělení zachycuje tabulka 2:

Staré zásoby	Sluneční zářivý tok	
	Nepřímá solární energetika	Přímá solární energetika
1. fosilní paliva	6. voda	9. pasivní systémy
2. jaderná paliva	7. vítr	10. aktivní systémy
3. vodík	8. biomasa	
4. geotermální energie		
5. chemické látky		

Tabulka 2 Klasifikace přírodních zdrojů energie [1]

K jednotlivým přírodním zdrojům energie si uvedeme stručný popis pro lepší představu o které konkrétní zdroje se jedná. Zpracováno z [1]

1. fosilní paliva: jedná se o zdroj energie vyčerpatelný. Fosilními palivy jsou: uhlí, ropa, zemní plyn.
2. jaderná paliva: v dnešní době jsou zásoby paliva omezené, regenerace vyhořelého paliva je stále ve stádiu vývoje. Palivem je zde uran.
3. vodík: jedná se o termionukleární řízené reakce, stále však ve stádiu vývoje.
4. geotermální energie: mluvíme zde o energii zemského jádra a radioaktivním rozpadu uvnitř Země. Tuto energii využíváme nejčastěji pomocí tepelných čerpadel, jež nám pomáhají využívat teplotu okolí k ohřevu vody nebo pro vytápění.
5. chemické látky: sem můžeme zařadit Všem známé elektrochemické články, pro jednorázová (suché baterie) nebo opakovaná použití (akumulátory).

6. voda: do této skupiny můžeme zařadit všechny vodní elektrárny, jež jsou důležitým zdrojem energie v každé ES. Jako historická zařízení můžeme uvést i vodní kola a vodní trkač.
7. vítr: jedná se o proudění vzduchu, které vzniká tlakovými rozdíly mezi různě zahřátými oblastmi vzduchu v zemské atmosféře. Tuto energii využívají větrné elektrárny.
8. biomasa: Dle zákona č. 180/2005 Sb., ČÁST PRVNÍ, Hlava 1, §2, (2) se biomasou rozumí biologicky rozložitelná část výrobků, odpadů a zbytků z provozování zemědělství a hospodaření v lesích a souvisejících průmyslových odvětví, zemědělské produkty pěstované pro energetické účely a rovněž biologicky rozložitelná část vytríděného průmyslového a komunálního odpadu. [2]
9. pasivní systémy: tyto systémy jsou využívány zejména ve stavebnictví (selektivní absorpční či odrazové fasádní materiály, transparentní izolace atd.). Patří sem však i využití sluneční energie k sušení a ohřevu potravin atd.
10. aktivní systémy: využívají sluneční záření pomocí různých speciálních technických zařízení s možností řídit příjem a transformování slunečního záření, a tím ovládat toky energií, které ze slunečního záření vznikly. Nejznámějšími zařízeními pro využití jsou fototermické a fotovoltaické kolektory, tepelná čerpadla aj.

3 PŘIPOJOVACÍ PODMÍNKY DO DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY

Pro vypracování podkapitol 3.1 - 3.8 byla použita publikace uvedená v seznamu použité literatury pod číslem [3].

3.1 Základní pojmy

Než si uvedeme základní PPDS, je třeba zmínit některé z důležitých pojmů a jejich krátké definice.

- Přenosová soustava:** jedná se o propojený soubor vedení a zařízení 400kV, 220kV a některých vybraných vedení a zařízení 110kV.
- Distribuční soustava:** podobně jako PS je to propojený soubor vedení a zařízení o napětí 0,4/0,23kV, 3kV, 6kV, 10kV, 22kV, 35kV a 110kV (u 110kV jsou výjimkou vedení a zařízení, která jsou zakomponována do PS).
- Elektrizační soustava:** vzájemně propojený soubor zařízení pro výrobu, přenos, transformaci a distribuci elektřiny, včetně elektrických přípojek a přímých vedení, a systémy měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky.
- Místo připojení:** místo v síti, kde elektřina vstupuje a vystupuje do DS
- HDO:** jedná se o soubor zařízení, který je využíván k řízení elektrických spotřebičů, měření, nebo jiným službám, které využívají přenos řídicích signálů tónovým kmitočtem po sítích DS.
- ERÚ:** je to ústřední správní úřad pro výkon regulace v energetice. Chrání zájmy spotřebitelů a držitelů licence v energetice tam, kde není možná konkurence, aby byly uspokojeny všechny přirozené požadavky na dodávku energie.
- Provozovatel PS:** právnická osoba, která je držitelem licence na přenos elektřiny.
- Provozovatel DS:** může jím být právnická i fyzická osoba, jež je držitelem licence na distribuci elektřiny.
- Držitel licence:** fyzická nebo právnická osoba, která podniká v energetice v ČR na základě státního souhlasu, což je licence udělená ERÚ. Licence se vydávají na:
- a) výrobu elektřiny
 - b) přenos elektřiny
 - c) distribuci elektřiny
 - d) obchod s elektřinou
- Obchodník s elektřinou:** právnická nebo fyzická osoba, která nakupuje elektřinu, aby ji mohla zase dále prodávat a je držitelem licence na obchod s elektřinou.
- Operátor trhu:** právnická osoba která zajišťuje koordinaci nabídky a poptávky na trhu s elektřinou na území ČR podle §27 EZ.
- Ostrov:** je to část elektrizační soustavy, která je oddělena od propojené soustavy.

3.2 Úvodem o PPDS

Připojovací podmínky nám stanovují základní technické, a návrhové požadavky, které je nutno dodržovat při připojování do DS. Také se vztahují na všechny uživatele DS při plánování, rozvoji a obnově jejich soustav, jestliže to bude mít vliv na DS. Uživatel musí v jednání s PDS stanovit požadovanou úroveň spolehlivosti a dalších parametrů kvality elektřiny své výroby nebo odběru.

Plánovací a připojovací předpisy pro DS se vztahují na všechny, kteří používají nebo plánují používat DS. Jsou to:

- a) Provozovatel přenosové soustavy
- b) všichni výrobci elektřiny, jejichž výroby jsou připojeny do DS
- c) všichni další PDS, připojení k této síti
- d) provozovatelé lokálních DS, připojených k této DS
- e) obchodníci s elektřinou
- f) všichni oprávnění zákazníci.

Cílem těchto předpisů je, aby provozování tohoto zařízení bylo bezpečné, spolehlivé a hospodárné.

3.3 Charakteristiky napětí elektřiny dodávané z DS

Tyto charakteristiky nám popisují kvalitu elektřiny dodávané z veřejné distribuční sítě nn a vn podle ČSN EN 50160 (330122) v platném znění, jsou to:

- a) kmitočet sítě
- b) velikost napájecího napětí
- c) odchylky napájecího napětí
- d) rychlé změny napětí
 - 1. velikost rychlých změn napětí
 - 2. míra vjemu flikru
- e) krátkodobé poklesy napájecího napětí
- f) krátkodobá přesušení napájecího napětí
- g) dlouhodobá přesušení napájecího napětí
- h) dočasná přepětí o síťovém kmitočtu mezi živými vodiči a zemí
- i) přechodová přepětí mezi živými vodiči a zemí
- j) nesymetrie napájecího napětí
- k) harmonická napětí
- l) meziharmonická napětí
- m) úrovně napětí signálů v napájecím napětí.

Pro charakteristiky e) až i) uvádí ČSN EN 50160 (330122) pouze hodnoty informativní, pro ostatní charakteristiky se jedná o zaručované hodnoty, měřicí intervaly, doby provozování a mezní pravděpodobnosti splnění stanovených limitů.

3.4 Charakteristiky požadovaného odběru

Údaje, které ve většině případů u odběrů ze sítí nn rozhodují o podmínkách připojení, jsou:

- a) adresa odběrných míst (popř. situační plánek)
- b) rezervovaný příkon, požadovaná hodnota hlavního jističe
- c) charakter odběru
- d) typ a odběr připojovaných spotřebičů
- e) požadovaná kvalita dodávky elektřiny
- f) datum, k němu je připojení požadováno.

U dodávek jiných než nn předloží odběratel další podrobnější informace.

3.5 Způsob připojení

Když se vyřizuje zátěž, tak PDS určí uživateli způsob připojení pro daný typ připojené zátěže, úroveň napětí, na kterou má být uživatel připojen, způsob provedení DS v PPC a sdělí očekávanou kvalitu dodávky. Jestliže vyžaduje uživatel zvýšení stupně spolehlivosti dodávky a jiné nadstandardy, uhradí žadatel o připojení všechny náklady.

3.5.1 Odmítnutí požadavku na připojení

Provozovatel DS je oprávněný odmítnout žádost na připojení do DS jestliže:

- a) není dostatečná kapacita zařízení do DS v požadovaném místě připojení. Což znamená, že buď nevyhovuje zkratová odolnost zařízení nebo přenosová schopnost zařízení DS není dostatečná,
- b) plánované parametry zařízení uživatele DS včetně příslušenství, měřících a ochranných prvků nesplňují technické požadavky na bezpečný a spolehlivý provoz DS,
- c) plánované parametry zařízení a dodávané/odebírané elektřiny ohrožují kvalitu dodávky ostatním odběratelům a přenos dat PDS po silových vodičích DS nad dovolené meze, jsou to především: změna napětí, jeho kolísání, flickr, nesymetrie, harmonické proudy, útlum signálu HDO, dynamické rázy.

Jestliže PDS odmítne žádost o připojení je povinen toto rozhodnutí zdůvodnit.

3.5.2 Přímé vedení

Předávacím místem je zaústění přímého vedení do stanice DS, pokud není dohodnuto jinak. Jsou zde také umístěna měřící a ochranná zařízení. Vše musí odpovídat ostatnímu zařízení a standardům PDS.

PDS zde specifikuje také postup při uvádění do provozu a potřebnou dokumentaci, která zahrnuje i základní parametry zařízení, které jsou pro PDS důležité z hlediska síťových výpočtů. Jsou to:

- a) činný a induktivní odpor
- b) kapacity mezi fázemi, mezi fázemi a zemí přímého vedení
- c) parametry transformátorů a kompenzačních transformátorů
- d) předpokládaná velikost a průběh zatížení nebo dodávky

Něž je provozovatel přímého vedení do provozu připojen, musí doložit, že má splněná potřebná měření a zkoušky vlastního zařízení dle platných předpisů a norem. Provozovatel

přímého vedení je dále povinen řádně udržovat vedení i k němu připojená zařízení, nebo uzavřít s PDS smlouvu o údržbě.

3.6 Technické požadavky na připojení

3.6.1 Zařízení na hranici vlastnictví

Vstupní a výstupní připojení k DS musí zahrnovat zařízení, kterým PDS může v případě potřeby odpojit instalaci uživatele od DS. Toto zařízení musí být trvale přípustné PDS.

3.6.2 Požadavky na chránění

Hlavními požadavky jsou:

- a) maximální doba vypnutí poruch a nastavení ochran musí být v rozmezí hodnot, které stanoví PDS a také v souladu s limity zkratové odolnosti zařízení, které jsou přijaté pro DS,
- b) uživatel nesmí omezit činnost automatik DS, jako jsou opětovné zapínání, regulace napětí, apod. a tím také snížit kvalitu dodané elektřiny,
- c) uživatel DS by měl vědět, že v DS jsou používány prvky automatického nebo sekvenčního spínání. PDS mu na požádání podá podrobné informace, aby je mohl zohlednit v návrhu své soustavy, včetně řešení ochran,
- d) uživatel by měl vědět, že při napájení ze sítě vn s kompenzací zemních kapacitních proudů může v této síti nesymetrie fázových napětí vlivem zemního spojení trvat až několik hodin a že řešení ochran v některých DS může u některých typů poruch způsobit odpojení pouze jedné fáze třífázové soustavy.

3.6.3 Zkratová odolnost

Skutečné hodnoty zkratové odolnosti zařízení uživatele v místě připojení nesmí být menší než zadané hodnoty zkratového proudu DS, ke které je zařízení připojeno. Jestliže připojujeme přístroj do sítě nn, tak můžeme brát v úvahu útlum zkratového proudu v dané síti nn.

3.6.4 Účinek kapacitní a induktivní

Další, co je potřeba uvést, jsou údaje o kondenzátorových bateriích a reaktorech připojených na vn, které by mohly mít vliv na DS a o jejichž připojení uživatel DS žádá. Údaje musí být přesné, aby umožňovaly:

- a) prověřit, zda je měřicí zařízení DS správně dimenzováno,
- b) prokázat, že nepříznivě neovlivní provoz DS
- c) zajistit, aby zhášecí tlumivky a uzlové odporníky byly dostatečně dimenzovány a provozovány.

3.6.5 Informace pro automatizovaný systém dispečerského řízení PDS

Podle EZ je PDS, který provozuje zařízení o napětí 110kV, povinen zřídit technický dispečink. Měřítkem, které určí od kterých uživatelů a zařízení s mají informace do dispečinku PDS přenášet, je charakter a stupeň ovlivnění provozu DS provozem zařízení uživatele. Informace, které jsou poskytovány:

- a) signály o topologii určených vývodů uživatele,
- b) měření elektrických veličin,
- c) poruchová hlášení od ochran a automatik.

3.7 Požadavky na výrobce elektřiny

Výrobce elektřiny můžeme rozdělit do třech skupin.

- a) výrobce elektřiny s výrobnou připojenou na napětí vn nebo nižší nebo s celkovým instalovaným výkonem menším než 5MW,
- b) výrobce elektřiny s výrobnou připojenou na napětí vn nebo vyšší a s celkovým instalovaným výkonem větším než 5MW a menším než 30MW,
- c) výrobce elektřiny s výrobnou, jejíž celkový instalovaný výkon je 30MW a větší.

U každé z této skupin je požadováno jiné množství údajů před stanovením PPDS.

3.7.1 Údaje požadované od všech výrobců elektřiny

- a) údaje o výrobě (pro jednotlivé generátory), jsou to například: jmenovité výstupní napětí, jmenovitý zdánlivý a činný výkon, druh generátoru, příspěvek zkratového proudu, způsob vyvedení výkonu od generátoru po předávací místo, atd.
- b) řešení místa připojení, jako například: způsob synchronizace mezi PDS a uživatelem, způsob připojení a odpojení od DS, atd.

3.7.2 Doplnující údaje

Jsou to údaje, které jsou požadované od výrobců elektřiny s celkovým výkonem větším než 5 MW nebo připojených do napěťové hladiny vn nebo vvn.

- a) Technické údaje, kterými například jsou: informace o výrobně (odpor statoru, typ buzení, reaktance v příčné a podélné větvi, časové konstanty, atd.), automatické regulace napětí, údaje o regulátoru otáček a typu pohonu, údaje a o transformátoru, schopnost ostrovního provozu zdroje, atd.
- b) Požadavky na výkon a pohotovostní dodávky, jako jsou: výkon na prahu výroby a minimální výkon každé generátorové jednotky a výroby, regulační rozsah dodávky jalového výkonu, vlastní spotřeba generátorové jednotky a výroby za podmínek minimální výroby energie.

3.7.3 Technické požadavky

- a) Požadavky na provozní parametry výroby:

Generátor, který má instalovaný výkon 5 MW a vyšší musí být schopen dodávat činný jmenovitý výkon v rozmezí účinníku $\cos\varphi = 0,85$ až $\cos\varphi = -0,95$, při dovoleném rozsahu napětí na svorkách generátoru $\pm 5\%$ U_n a při kmitočtu v rozmezí 48,5 až 50,5 Hz.

Generátor musí být schopen dodávat jmenovitý činný výkon v rozmezí účinníků $\cos\varphi = 0,85$ až $\cos\varphi = -0,95$ při dovoleném rozsahu napětí na straně vn nebo 110kV v mezích $U_n \pm 10\%$.

- b) Koordinace se stávajícími ochranami:

U ochran výroben je nutné zajistit koordinaci s ochranami spojenými s DS, například u provozoven s přímým připojením do DS je nutné dodržet vypínací časy poruchového proudu tekoucího do DS, u ochran výroby je nezbytné zajistit koordinaci s případným systémem opětovného zapnutí specifikovaným PDS, ochrany nesmí působit při krátkodobé nesymetrii, atd.

3.8 Údaje pro plánování

V této kapitole si uvedeme některé údaje, které si vzájemně mezi sebou předávají uživatel a PDS. Jsou to údaje, které jsou důležité pro efektivní, koordinovaný a hospodárný rozvoj DS a aby PDS dodržel podmínky licence.

3.8.1 Kompenzace jalového výkonu

Uživatel poskytuje informace o případné kompenzaci jalového výkonu přímo nebo nepřímo připojeného k DS:

- a) jmenovitý výkon kompenzačního zařízení a jeho regulační rozsah,
- b) údaje o případných předřadných indukčnostech,
- c) podrobnosti o řídicí automatice,
- d) místo připojení k DS.

3.8.2 Zkratové proudy

PDS a uživatel si mezi sebou vymění informace o hodnotách zkratových proudů v místě připojení k DS. Jsou to:

- a) maximální a minimální hodnoty příspěvků třífázového symetrického zkratového proudu a proudu protékajícího mezi fázemi a zemí a při jednofázové zemní poruše,
- b) poměr reaktance a činného odporu při zkratu,
- c) v případě vzájemně propojených soustav odpovídající ekvivalentní informace o celé síti.

3.8.3 Krátkodobé přepětí

Uživatel musí PDS dodat přesné technické informace o svém zařízení, aby PDS mohl vyhodnotit přesné účinky krátkodobého přepětí. Tyto informace se mohou týkat prostorového uspořádání, elektrického zapojení, parametrů, specifikací a podrobných údajů o ochranách.

3.9 Srovnání cenových rozhodnutí ERÚ v letech 2002 – 2010

V této kapitole byla použita data z literatury [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19].

Podpora pro vyšší podíl výroby elektřiny z OZE byla zavedena od roku 2002 a byla dána minimální výkupní cenou elektřiny z jednotlivých druhů OZE. Z počátku to bylo pouze základní rozdělení jednotlivých OZE, ale postupem roků se jednotlivé druhy OZE dále dělily podle data uvedení do provozu a byla jim přisuzována různá výše ohodnocení v podobě minimální výkupní ceny. Od roku 2006 byla zavedena další forma podpory OZE a to ve formě zelených bonusů.

Výkupní ceny se uplatňují za elektřinu, která byla dodána a naměřena v předávacím místě výroby a síť provozovatele příslušné distribuční soustavy nebo provozovatele přenosové soustavy, které vstupuje do zúčtování odchylek subjektu zúčtování odpovědnému za ztráty v regionální distribuční soustavě nebo subjektu zúčtování odpovědnému za ztráty v přenosové soustavě. Jsou stanoveny jako minimální výkupní ceny podle zvláštního právního předpisu. Výkupní ceny jsou stanoveny jako minimální ceny podle zvláštního právního předpisu. Zelené bonusy jsou naopak stanoveny jako pevné ceny také podle zvláštního právního předpisu.

Zelené bonusy se uplatňují za elektřinu dodanou a naměřenou v předávacím místě výroby a síť provozovatele regionální distribuční soustavy nebo přenosové soustavy a dodanou výrobcem obchodníkovi s elektřinou nebo oprávněnému zákazníkovi a dále za ostatní vlastní

spotřebu elektřiny podle zvláštního právního předpisu. Jsou stanoveny jako pevné ceny podle zvláštního právního předpisu.

V rámci jedné výroby není možné, aby byly tyto dva režimy výkupních cen navzájem kombinovány.

V následujících tabulkách (tabulka 3 a tabulka 4) si uvedeme vývoj průměrných minimálních výkupních cen v letech 2002 až 2010. Pro lepší orientaci je přiložen i obrázek 3, který zobrazuje graf vývoje průměrných minimálních výkupních cen v daných letech.

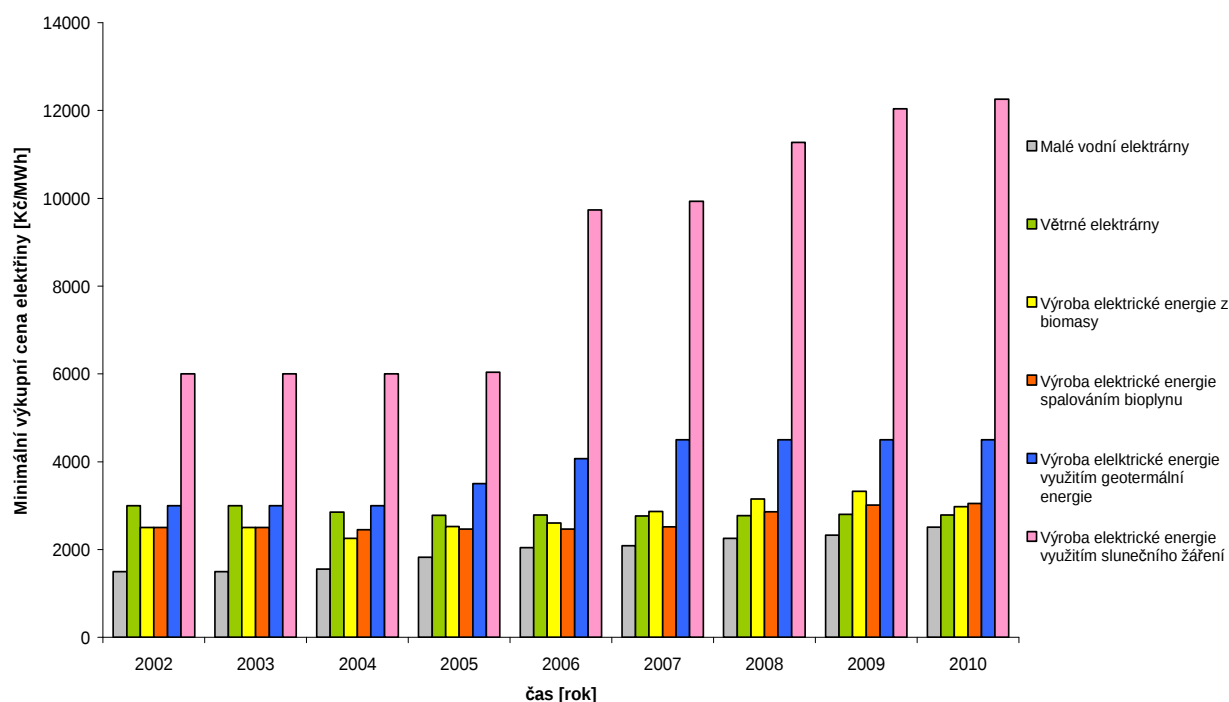
Jak je vidět z grafu a také z tabulky, tak první zvýšení minimální výkupní ceny elektřiny dodané do sítě z OZE bylo možné pozorovat v roce 2004, což bylo následkem toho, že se ČR zavázala k přístupové smlouvě k Evropské unii o zvýšení podílu výroby z obnovitelných zdrojů na 8%.

	2002	2003	2004	2005	2006
Druh obnovitelného zdroje	Průměrná Minimální výkupní cena elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh	Průměrná Minimální výkupní cena elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh	Průměrná Minimální výkupní cena elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh	Průměrná Minimální výkupní cena elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh	Průměrná Minimální výkupní cena elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh
Malé vodní elektrárny	1500,00	1500,00	1550,00	1825,00	2043,30
Větrné elektrárny	3000,00	3000,00	2850,00	2780,00	2782,50
Výroba elektrické energie z biomasy	2500,00	2500,00	2250,00	2520,00	2606,70
Výroba elektrické energie spalováním bioplynu	2500,00	2500,00	2450,00	2470,00	2468,30
Výroba elektrické energie využitím geotermální energie	3000,00	3000,00	3000,00	3500,00	4070,00
Výroba elektrické energie využitím slunečního záření	6000,00	6000,00	6000,00	6040,00	9740,00

Tabulka 3 Průměrné minimální výkupní ceny elektřiny v letech 2002 - 2006

Druh obnovitelného zdroje	2007	2008	2009	2010
	Průměrná Minimální výkupní cena elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh	Průměrná Minimální výkupní cena elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh	Průměrná Minimální výkupní cena elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh	Průměrná Minimální výkupní cena elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh
Malé vodní elektrárny	2083,30	2250,00	2332,50	2508,00
Větrné elektrárny	2764,00	2768,30	2798,60	2781,30
Výroba elektrické energie z biomasy	2868,30	3151,70	3325,00	2976,70
Výroba elektrické energie spalováním bioplynu	2515,00	2857,50	3013,30	3050,00
Výroba elektrické energie využitím geotermální energie	4500,00	4500,00	4500,00	4500,00
Výroba elektrické energie využitím slunečního záření	9935,00	11276,70	12040,00	12261,40

Tabulka 4 Průměrné minimální výkupní ceny elektřiny v letech 2007 - 2010



Obrázek 3 Vývoj minimálních výkupních cen elektřiny v letech 2002-2010

V dalších tabulkách (tabulka 5 a tabulka 6) je srovnání vývoje zelených bonusů v letech 2002 až 2010. Pro lepší orientaci je opět přiložen i obrázek 4 znázorňující graf vývoje průměrných hodnot zelených bonusů v těchto letech.

Jak je vidět v těchto tabulkách, tak k prvotnímu zavedení zelených bonusů bylo přistoupeno v roce 2006. Avšak první náznaky byly již v roce 2005 u výroby elektrické energie spalováním palivových směsí biomasy a fosilních paliv, kdy na tento rok byla zavedena pevná výkupní cena v tomto odvětví.

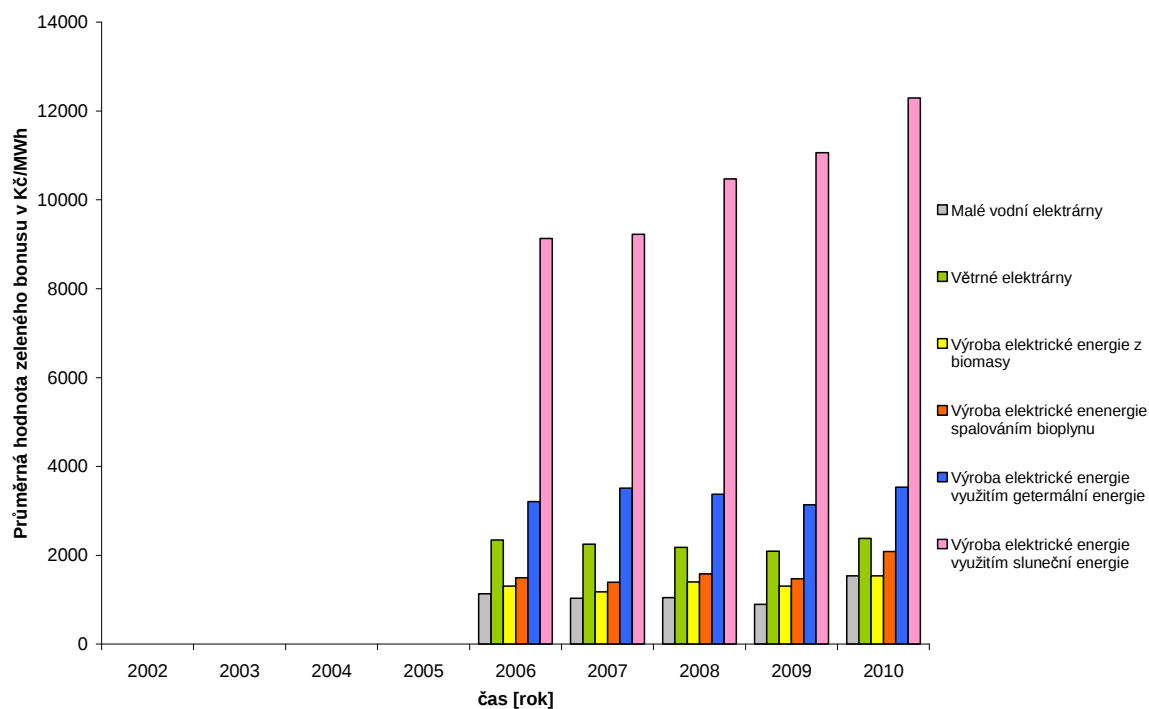
V roce 2010 je vidět značný nárůst hodnoty zeleného bonusu oproti předcházejícímu roku 2009. Například u MVE je nárůst až o 72% průměrné hodnoty zeleného bonusu. Oproti tomu nejnižší nárůst průměrné hodnoty zeleného bonusu je u výroby elektřiny využitím slunečního záření, což činí přibližně 11%.

Druh obnovitelného zdroje	2002	2003	2004	2005	2006
	Průměrná hodnota zeleného bonusu v Kč/MWh	Průměrná hodnota zeleného bonusu v Kč/MWh	Průměrná hodnota zeleného bonusu v Kč/MWh	Průměrná hodnota zeleného bonusu v Kč/MWh	Průměrná hodnota zeleného bonusu v Kč/MWh
Malé vodní elektrárny	0,00	0,00	0,00	0,00	1133,30
Větrné elektrárny	0,00	0,00	0,00	0,00	2342,50
Výroba elektrické energie z biomasy	0,00	0,00	0,00	0,00	1309,20
Výroba elektrické energie spalováním bioplynu	0,00	0,00	0,00	0,00	1498,30
Výroba elektrické energie využitím geotermální energie	0,00	0,00	0,00	0,00	3210,00
Výroba elektrické energie využitím slunečního záření	0,00	0,00	0,00	0,00	9130,00

Tabulka 5 Průměrné hodnoty zelených bonusů v letech 2002 - 2006

Druh obnovitelného zdroje	2007	2008	2009	2010
	Průměrná hodnota zeleného bonusu v Kč/MWh	Průměrná hodnota zeleného bonusu v Kč/MWh	Průměrná hodnota zeleného bonusu v Kč/MWh	Průměrná hodnota zeleného bonusu v Kč/MWh
Malé vodní elektrárny	1033,30	1050,00	892,50	1538,00
Větrné elektrárny	2252,00	2178,30	2088,60	2381,30
Výroba elektrické energie z biomasy	1180,00	1404,20	1306,70	1540,70
Výroba elektrické energie spalováním bioplynu	1395,00	1577,50	1473,30	2080,00
Výroba elektrické energie využitím geotermální energie	3510,00	3370,00	3140,00	3530,00
Výroba elektrické energie využitím slunečního záření	9225,00	10466,70	11060,00	12291,40

Tabulka 6 Průměrné hodnoty zelených bonusů v letech 2007 - 2010



Obrázek 4 Vývoj hodnoty zeleného bonusu v letech 2002-2010

4 PROBLEMATIKA PROVOZU OZE

Využití OZE je velice vhodné z hlediska životního prostředí, protože při výrobě elektrické energie není okolí zatěžováno takovým množstvím emisí jako například při spalování fosilních paliv. Toto by nám mohlo říci, že využívání OZE je ten nejlepší způsob, jak získávat energii, ale jako každá mince má dvě strany, tak i při využití OZE se můžeme setkat s problémy jejich provozu.

Pro vypracování podkapitol 4.1 - 4.5 byla použita publikace uvedená v seznamu použité literatury pod číslem [5].

4.1 Rozptýlená výroba

4.1.1 Úvod do problematiky

Většina energie v ČR je získávána z plynu, uhlí a jaderného paliva, kombinovaným cyklem a parním generátorem s výkonem až 500MW. Jelikož většina elektráren má dva, tři nebo čtyři tyto generátory, tak pouze několik desítek z nich dodává elektřinu miliónům spotřebitelů. Tento typ výroby označujeme jako centralizovanou výrobu a je typický pro velké napájecí systémy po celém světě a je připojen k přenosové soustavě.

Mezi rozptýlenou výrobu patří:

- a) generátory, které jsou napájené z OZE, avšak nepatří sem velké vodní a větrné elektrárny
- b) výroby, které pro výrobu elektřiny a tepla využívají kombinované systémy
- c) generátory v pohotovostním režimu, které jsou připojeny k distribuční soustavě, slouží jako jakási pojistka, když centralizovaná výroba nedostačující nebo drahá.

Menší generátory nejsou připojeny k přenosové soustavě z důvodu vysokých nákladů na vysokonapěťové generátory a spínače. Dalším problémem je, že přenosová síť je obvykle situovaná daleko od polohy generátorů OZE a tudíž jsou tyto generátory připojeny do distribučních sítí. V některých případech může být umístění takového generátoru bezproblémové, ne však vždy. O problémech, které takové připojení přináší, pojednávají následující kapitoly.

4.1.2 Místo připojení do DS

Hlavním požadavkem, když připojujeme generátor k síti, je, aby negativně neovlivňoval kvalitu dodávané elektřiny. Z tohoto důvodu zavádíme pojem místo připojení do DS (dále jen PCC – z anglického Point of Common Coupling). Jedná se o místo, kde je generátor připojen a také kde způsobuje největší přetížení na veřejné síti.

4.1.3 Napájecí napětí

Distribuční soustavy v ČR jsou o hodnotách: 400/230V, 6kV, 10kV, 22kV (východní a část středních Čech 35kV) a 110kV. Zkratová odolnost v místě spojení je důležitým parametrem při návrhu odolnosti sítě při zkratových proudech, pro odhad výkonnosti za běžných provozních podmínek a zvláště při rostoucím napětí. Zkratová odolnost v PCC je důležitá zejména proto, že rozhodne o tom, jak bude generátor působit na síť. Nízká zkratová odolnost znamená vysokou hodnotu vnitřního odporu sítě a velké změny napětí v PCC, které jsou způsobené odbíráním nebo přivedením činným nebo jalovým výkonem. Dalším neopomíjeným faktorem je poměrový zkratový výkon, typická hodnota pro větrné elektrárny je 2 – 24%.

Připojení generátoru na síť vn je obvykle drahé, protože se jsou zde vyšší náklady na transformátory, rozváděče a nutnosti prodloužit linku, která bude připojena se stávající sítí. Připojujeme-li generátor na nízké napětí, musíme mít na paměti, že to nesmí mít nadměrný vliv na lokální síť.

4.2 Napěťové efekty

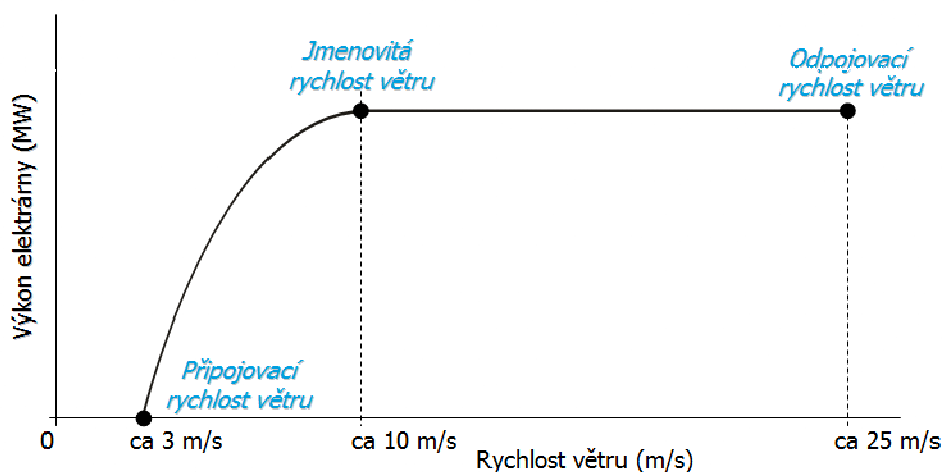
4.2.1 Přepětí v rovnovážném stavu

Připojení energetického zdroje do sítě má obvykle za následek zvyšování napětí v PCC, což může způsobovat přepětí pro okolní zákazníky. Jelikož je důležité omezit přepětí, spíše než tepelnou kapacitu linky, je toto jedním z faktorů, které jsou často rozhodující při výběru velikosti generátoru, který připojíme na určité místo. Zvyšování napětí se týká hlavně větrných elektráren. V některých situacích, jak ukazují výpočty, napětí přesáhne přijatelné hodnoty pouze na pár hodin. V tomto případě je ekonomičtější během těchto hodin omezit výrobu, než by byly náklady na silnější linku.

Zvyšování napětí můžeme zmírnit prostřednictvím získávání jalového výkonu v PCC. Pro větrné elektrárny, kde používáme asynchronní motor, toho dosáhneme, když zmírníme nebo úplně odstraníme kompenzaci účinnosti kondenzátorem. U vodních elektráren, malých větrných elektráren a systému poháněných biomasou, kde používáme synchronní generátor, zmírníme zvyšování napětí tak, že upravíme buzení. V sítích nízkého napětí 400/230V není jalový výkon obvykle měřitelný. Normálně je cílem, aby pracoval při účinnosti blízké jedničce.

4.2.2 Činný a jalový výkon z OZE

Zdroje napájené OZE, mají podstatně menší jmenovitý výkon a obvykle jsou připojeny do rozvodné sítě než do sítě přenosové. Toto je také důvodem, že konvenční systémy kontroly generátoru nejsou považovány za vhodné pro použití pro tyto generátory. Větrné turbíny s pevnou rychlostí pracují s indukčním generátorem, s očekávanou dodávkou do sítě s jakýmkoli výkonem od připojovací rychlosti větru až do jmenovité rychlosti větru. Jestliže vítr tuto rychlost přesáhne, tak je omezen aerodynamickými prostředky na výkon jmenovitý. Jestliže je rychlost vyšší než je dovoleno a je dosaženo odpojovací rychlosti větru je větrná elektrárna odstavena z důvodu bezpečnosti provozu, jak je naznačeno na obrázku 5. Dále je očekávána absorpce jakékoli požadované energie ze sítě indukčním generátorem, snížené o jakýkoli místně generovaný jalový výkon z kompenzačního výkonového kondenzátoru. Podobně je tomu tak i u MVE.



Obrázek 5 Účinnost větrné elektrárny [8]

4.3 Teplotní limity

Energie předávaná rozptýlenou výrobou změní toky energie lokální sítě. Tok energie vyžaduje tekoucí proud, což způsobuje zahřívání vedení, kabelů a transformátorů. Díky teplotním limitům určíme maximální hodnotu proudu, který je možno vést a také velikost generátoru OZE.

4.3.1 Venkovní vedení a kabely

Kabely jsou ve většině případů provozovány na hodnotách, které jsou pod tepelnými limitami, zvláště pak u nn. Jedním z důvodů je nutnost zabránit poklesům napětí, což často vyžaduje použití větších vodičů, než je stanoveno teplotními limitami. Dalším důvodem je, že energetické ztráty ve větších vodičích jsou nižší.

Při vyšších napěťových úrovních, 22kV (35kV) a 110kV, je regulace napětí méně náročná, tudíž teplotní limity linek a kabelů mohou být rozhodujícím faktorem. V ideálním případě by měly být nadimenzovány na nejhorší možnost, která však nemusí nastat, jestliže se maximální očekávaný příkon z OZE kryje s maximálním odběrem energie. Dalším aspektem je, že venkovní vedení je chlazeno větrem, který zvyšuje jejich výkonnost během období velkých větrů.

4.4 Další problémy výroben rozptýlené výroby

4.4.1 Skoky a poklesy

Spínání generátoru, ať už se jedná o vypínání nebo zapínání, může způsobit skokovou změnu napětí v PCC kvůli náhlé změně toku činného a jalového výkonu. Jestliže je změna výkonu spojena s přepínáním, je lepší, když budou napěťové skoky minimalizovány, alespoň během plánovaného sepnutí. Přímé zapnutí indukčního generátoru může způsobit pokles napětí, v důsledku velkého rozběhového (spínacího) proudu. Velké indukční generátory používají k omezení spínacích proudů softstartér. U větrných elektráren jsou turbíny spouštěny jedna po druhé.

4.4.2 Harmonické kmity a zkreslení

Dnešní synchronní generátory jsou navrhovány tak, aby nezpůsobovaly harmonické kmity. Problémy s harmonickými kmity obvykle pochází z jejich výkonové elektrotechniky, například softstartéry jsou obvykle konstruované z tyristorů, které sice mohou kmity způsobovat, avšak pouze několik sekund po rozběhu. Musíme také zvážit, že vysoká spínací frekvence sice sníží harmonické kmity, ale zvýší spínací ztráty a sníží tak účinnost transformátoru. Například ve Španělsku, kde je hodně větrných elektráren, bylo zjištěno nadměrné harmonické zkreslení způsobené PWM měniči s podstatně nižší spínací frekvencí.

4.4.3 Nesymetrie fázového napětí

V ideálním případě je jednofázové zatížení rozděleno mezi tři fáze, to však je v běžných situacích téměř nemožné. Pro zmírnění nesymetrie nám slouží třífázový generátor, avšak na úkor jeho zahřívání, které je způsobováno cirkulací vysokých proudů uvnitř vinutí. Aby se zabránilo přehřívání u větrných turbín, je zde nainstalována ochrana proti nesymetrii v síti, která však může způsobit ztráty energie ve venkovských sítích. Například když vezmeme domácí větrné turbíny a fotovoltaiku, tak jednofázové generátory mohou značně zvýšit nesymetrii fázového napětí. Toto se řeší symetrickým rozložením mezi tři fáze stejně jako zatížení.

4.4.4 Ztráty v síti

Někteří lidé mohou tvrdit, že výrobou elektrické energie blíže k jejímu odběru se mohou snížit ztráty sítě, což není pravda. Přenosové sítě jsou obecně efektivnější než distribuční. Díky

tomuto můžeme říct, že snížení toku v přenosové soustavě nám nepřinese nezanedbatelné snížení ztrát. V distribuční síti jsou ztráty podstatně větší, proto můžeme říct, že odběrný bod pro energii přenášenou distribuční sítí by musel být umístěn velmi blízko a navíc by profil výroby elektrické energie v čase musel odpovídat místní poptávce.

4.5 Ostrovní provoz

Jak je již uvedeno ve třetí kapitole, tak ostrovní provoz jsou části elektrizační soustavy, které jsou odděleny od propojené soustavy. Systém dělení sítě musí být navržen tak, aby byl schopen provozu v připojení do elektrické i samostatné sítě. Takovéto oddělení může zahrnovat hodně generátorů a jiných zátěží. Generátory, které jsou určeny k připojení do elektrické nebo samostatné sítě mohou být využity jako pohotovostní generátory, které jsou instalovány k zajištění bezpečnosti dodávek v místech s vysokým stupněm zajištěnosti dodávky, což jsou například nemocnice. Systémy, které využívají provozu OZE, nejsou v normálních případech určeny pro provoz v obou režimech.

5 DEFINICE LOKÁLNÍCH A SYSTÉMOVÝCH VLIVŮ U JEDNOTLIVÝCH TYPŮ OZE

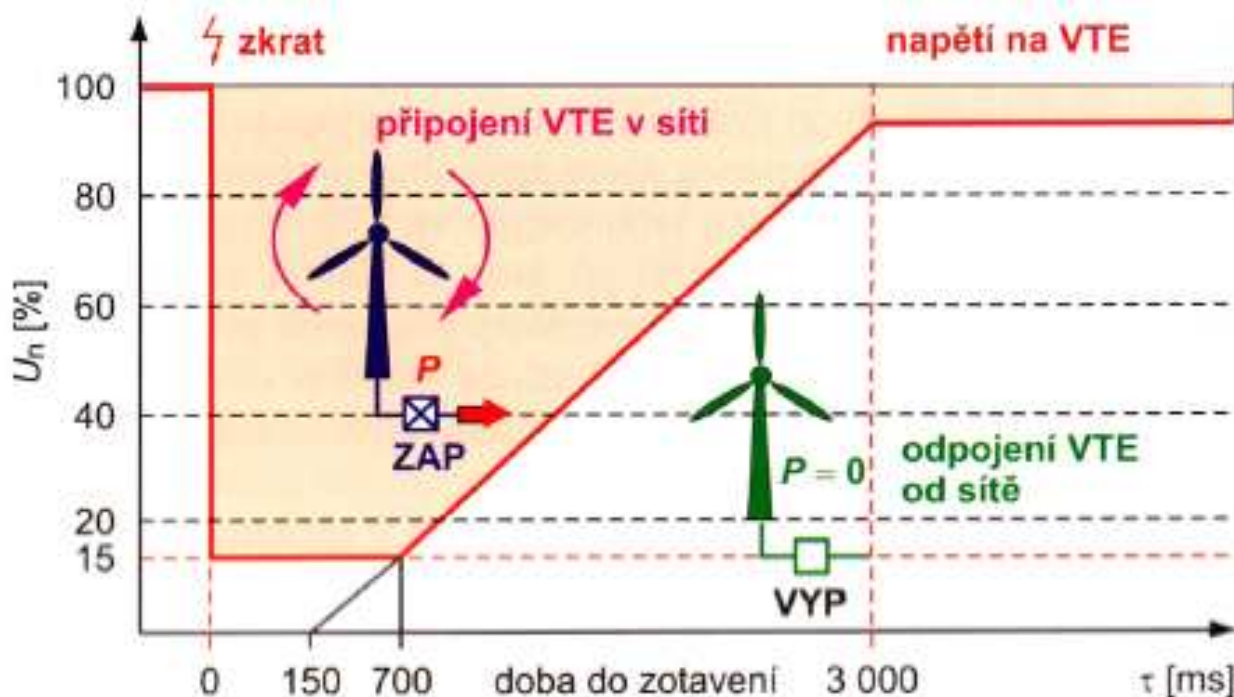
Tato kapitola se zabývá danou problematikou pouze u fotovoltaických a větrných elektráren zejména proto, že ostatní OZE nemají na elektrizační soustavu tak velké rušivé dopady, jako mají právě tyto dva typy OZE.

5.1 Větrné elektrárny

5.1.1 Chování při zkratech

Jestliže připojujeme větrné elektrárny do sítě vn, je jedním z požadavků to, aby se při zkratu co nejrychleji, nejlépe však okamžitě, odpojily, což je důležité proto, aby se zmenšil výskyt zkratových poměrů a aby se předešlo poškození zařízení. Okamžité odpojení ale není pravidlem u všech VTE. Například když je v síti 110kV a v PS zapojených více VTE, není okamžité odpojení žádoucí, kvůli velkým odpadlým výkonům. U VTE, které jsou připojeny do PS, je požadována zkratová odolnost proti odpojení při vzdálených zkratech.

Jak je vidět na obrázku 6, tak po zkratu dojde k poklesu napětí v místě VTE na hodnotu 15% jmenovitého napětí U_n . Přibližně 0,7 s trvá, než se napětí začne zotavovat. Během této doby nesmí být odpojeny žádné další VTE. [7]



Obrázek 6 Vypínací charakteristika při blízkém zkratu [7]

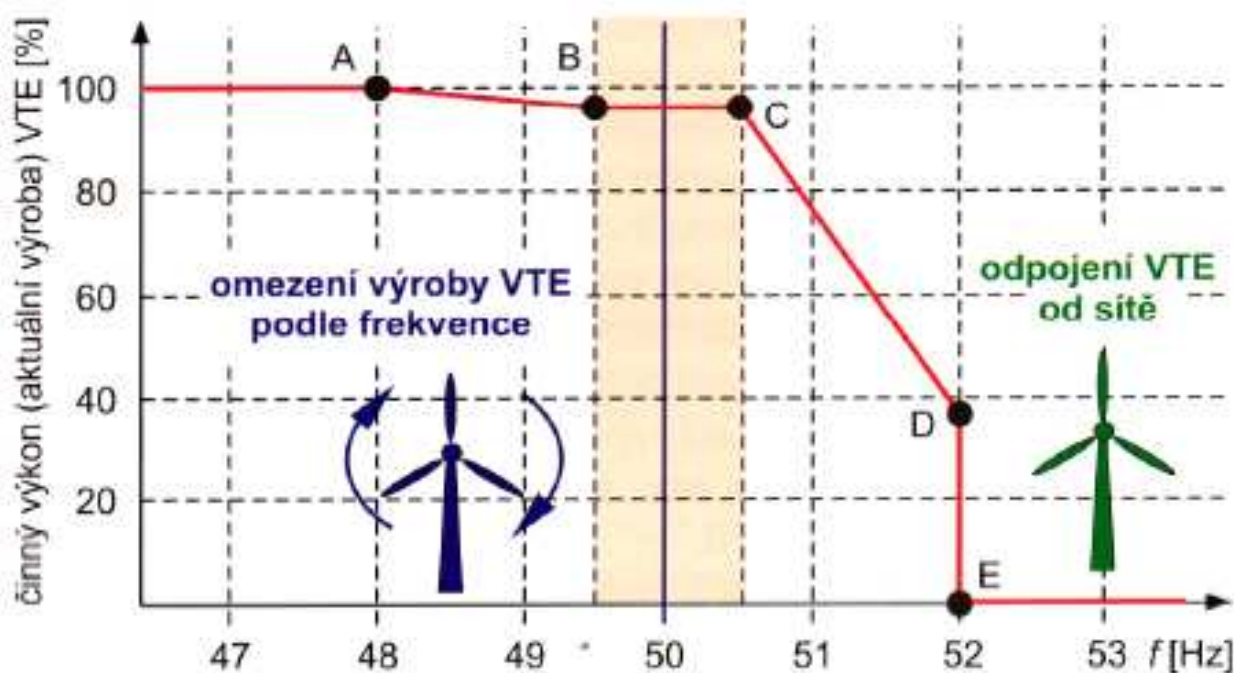
5.1.2 Chování při změnách frekvence

Při změnách frekvence v síti je vyžadováno, aby VTE zůstaly připojeny do ES a pomáhaly vyrovnávat bilanci výkonů. Chování větrných elektráren při změnách frekvence můžeme rozdělit do 3 skupin:

- a) frekvence 49,5 – 50,5Hz: při kolísání frekvence v síti v tomto intervalu se výroba nijak nezmění,

- b) frekvence vyšší než 52Hz: jestliže frekvence v síti stoupne nad tuto hodnotu je vyžadováno odpojení VTE,
- c) frekvence nižší než 49,5Hz: nastane-li v síti tato situace, je vyžadováno, aby VTE zůstala k síti připojena, dokonce je zde i požadavek na zvýšenou výrobu VTE. [7]

Všechny 3 typy chování VTE při změnách frekvence jsou uvedeny na následujícím obrázku 7.



Obrázek 7 Chování VTE při změnách frekvence [7]

5.1.3 Vliv na zařízení HDO

Jak již bylo řečeno v kapitole 3.1, tak HDO je soubor zařízení, který je využíván k řízení elektrických spotřebičů, měření, nebo jiným službám, které využívají přenos řídicích signálů tónovým kmitočtem po sítích DS. [3]

Úroveň signálu nesmí klesnout o více než 10 – 20% pod hodnotu požadovanou, aby byla zajištěna požadovaná funkce zařízení, které využívá signálu HDO. Jestliže hrozí překročení povolených limit, tak musí být učiněny kroky, které povedou k odstranění těchto nepříznivých vlivů. K potlačení těchto nepříznivých vlivů se využívá podpůrná impedance, pomocí které upravujeme impedanční poměry v určitých místech sítě. Při tomto však musíme dbát na jejich rovnoměrné rozmístění a hlavně potom, aby bylo šíření signálu kvalitnější. [29]

5.1.4 Flikr

Flikr (z anglického flicker) je jev, který je do českém překladu znám jako blikání. Rychlé kolísání napětí může způsobit změny světelného toku u zdrojů světla, což může mít neblahý vliv na lidskou psychiku. Je to obvykle způsobené rychlými změnami činných a jalových výkonových toků v síti. Toto mohou zapříčiňovat obloukové pece a pily. Dalším důvodem blikání mohou být větrné turbíny, které způsobují rychlé změny činného a jalového výkonu vlivem nárazových větrů nebo momentu, kdy se překrývá list vrtule se stožárem.[5]

Při vyšších výkonech větru můžeme použít 2 způsoby omezení výkonu, regulace stall a pitch. Více o tom, jakého systému regulace jednotlivé mechanismy využívají, ukazují následující dva body:

- a) Stall regulace – omezení výkonu je dosahováno pomocí speciálně navrženého profilu vrtulového listu. Účinnost se snižuje vlivem překročení kritického proudění při vyšších rychlostech obtékání. Na koncích vrtule jsou umístěny otočně uchycené špičky vrtule, které když se natočí o 90°, tak fungují jako tzv. aerobrzdy. Při malých rychlostech větru je nutné vrtuli roztočit v motorickém režimu asynchronního generátoru takovým způsobem, že díky dokonalému aerodynamickému obtékání již není nutné ji motoricky urychlovat [6]
- b) Pitch regulace – zde k omezení výkonu dochází vlivem natočení listů vrtule pomocí hydraulického systému. Výhodou je, že u těchto systémů se k rozběhu vrtule používá postupné natáčení vrtulí. [6]

Dalším problémem může být, že není záruka, že jestliže je generátor přijatelný v jedno místě, musí být přijatelný i pro jiné místo. Větrná elektrárna, která způsobuje značné zvyšování napětí, může způsobovat i významné blikání. Jelikož kolísání výkonů jednotlivých větrných turbín není nijak sladěné, není pro velké větrné elektrárny účinek blikání tak zřetelný.[5]

Při flikru je posuzováno, zda nejsou překročeny povolené hodnoty. Při dlouhodobém flikru nesmí hodnota v místě připojení překročit normovanou hodnotu 0,46. [29]

5.2 Fotovoltaické elektrárny

Podobně, jak je tomu u větrných elektráren, působí fotovoltaické elektrárny na elektrizační soustavu nežádoucími účinky. V následujících podkapitolách jsou některé z nich uvedené.

5.2.1 Harmonické

Tato problematika se týká hlavně fotovoltaických a větrných elektráren.

Problematicku harmonických jsme si už také uváděli v předchozích kapitolách. Harmonické můžeme definovat jako integrální násobky základní křivky. Abychom harmonické vykompenzovali, tak používáme harmonické filtry. Ale jestliže jsou harmonické příliš velké, tak může dojít k přehřátí a v nejhorším případě i ke vznícení harmonických filtrů.

Proud z FTE je obvykle stejnosměrný. Ten je však prostřednictvím střídače převeden na proud střídavý. Nové modely těchto zařízení harmonické nezpůsobují, ale starší modely měničů, které nejsou tak kvalitní, mohou generovat vyšší harmonické právě tehdy, když převádí stejnosměrný proud na střídavý.

Systém nazývaný PWM, nebo-li pulsní šířková modulace, nám pomáhá v zabránění vytváření vyšších harmonických. Většina počítačových zařízení v dnešní době má harmonické filtry, která nám odstraní většinu harmonických již při výstupu z FTE. [30]

Dnes je u zařízení udávána tzv. hodnota celkového činitele zkreslení vyššími harmonickými. Tato hodnota nikdy nepřekročí 5%. Toto je nastaveno tak, aby nedošlo k nežádanému ovlivnění jiných přístrojů, které jsou připojené k DS.

5.2.2 Nežádoucí ostrovní provoz

Všechny provozovny, nejen FTE, jsou navrženy tak, že když dojde v síti k poruše, tak je daný úsek odpojen od dodávky elektrické energie, aby nedošlo k dalšímu ohrožení. Avšak u FTE

je zde i možnost, že generátory i nadále dodávají energii do zátěže neúmyslně, tomuto potom říkáme „nechtěný islanding“.

Jedním problémem islandingu je zvyšování rizika nehody. Příkladem tomu může být to, že když provozovatelé sítí chtějí opravit daný poruchový úsek, tak musí vypnout celou část dané linky, aby byla zajištěna úplná bezpečnost osob, které budou závadu odstraňovat. Problémem však může být to, že někteří provozovatelé, jako jsou např. provozovatelé FTE mohou stále dodávat do elektrické soustavy elektrickou energii, což samozřejmě může vést k úrazu elektrickým proudem.

Některé studie nám však poukazují i na to, že nejen pracovníci a veřejnost jsou ohroženi. Islanding by mohl poškodit také rozvodné sítě.

6 ZHODNOCENÍ DALŠÍHO ROZVOJE VZHLEDEM K ENERGETICKÉMU POTENCIÁLU JEDNOTLIVÝCH OZE

6.1 Potenciál přírůstku OZE v České republice

V této podkapitole bychom si přiblížili, jak to je s energetickým potenciálem OZE v České republice z hlediska další využitelnosti. Zda tento potenciál využije Česká republika celý a zda je vůbec něco takového z hlediska stability elektrizační soustavy České republiky možné, tak to si ukážeme až v nějaké z dalších podkapitol.

6.1.1 Fotovoltaické elektrárny

Největší rozvoj fotovoltaických elektráren odstartovalo v roce 2006 radikální zvýšení minimální výkupní ceny elektřiny dodané do sítě z fotovoltaických elektráren. O postupném zvyšování minimálních výkupních cen elektřiny z fotovoltaických elektráren pojednává podkapitola 3.9. Většina těchto fotovoltaických elektráren byla postavena díky dotačním titulům. Bez těchto dotací by totiž návratnost nemohla dosáhnout na hranici zplacitelnosti 15let. Odhadovaný energetický potenciál fotovoltaických elektráren na území České republiky je 5 500GWh/rok. V této hodnotě je zahrnuta i plocha zastavěného prostoru, což znamená střechy jednotlivých staveb.

Z měsíční zprávy o provozu za měsíc leden 2010 [24] je vidět, že instalovaný výkon byl ke konci měsíce ledna 2010 roven hodnotě 432,8MW. Porovnáme-li to s hodnotou instalovaného výkonu v elektrizační soustavě České republiky ke konci ledna 2009, která dle měsíční zprávy o provozu za měsíc leden 2009 [25] činila 54MW, tak se hodnota instalovaného výkonu mnohonásobně zvedla za jeden rok až 8krát, procentuálně potom cca je tu 700% nárůst.

Tento nárůst hodnoty instalovaného výkonu určitě můžeme přičítat vysoké minimální výkupní ceně, která se, jak je uvedeno v podkapitole 3.9, z roku 2008 na 2009 zvýšila z hodnoty 11276,70 Kč za 1MWh na 12 040 Kč za 1MWh. Taktéž i hodnota zeleného bonusu stoupla z 10 466,70 Kč za 1MWh na 11 060 Kč za 1MWh. V obou případech jsou uvedeny průměrné hodnoty viz Tabulka 4 a Tabulka 6.

Jak je vidět, tak během jednoho roku byl opravdu radikální nárůst hodnot instalovaného výkonu fotovoltaických elektráren v elektrizační soustavě v České republice. Počet kladně posouzených žádostí o připojení fotovoltaických elektráren do elektrizační soustavy České republiky během jednoho roku byl tak vysoký, že to vedlo až k úplnému zastavení udělování kladných stanovisek k žádostem o připojení nejen fotovoltaických elektráren do elektrizační soustavy České republiky, ale téma ukončení udělování kladných stanovisek k připojování fotovoltaických elektráren do elektrizační soustavy bude zmíněno až v nějaké z dalších podkapitol.

6.1.2 Větrné elektrárny

Potenciál větrné energie v celé České republice je odhadován na cca 900MW, podrobnější rozdělení potenciálu větrné energie v České republice je uvedeno v tabulce 7:

Severočeská oblast	340MW	Severomoravská oblast	200MW
Západočeská oblast	55MW	Jihomoravská oblast	195MW
Východočeská oblast	90MW	Jihočeská oblast	15MW
Středočeská oblast	15MW		
celkem tedy 900MW			

Tabulka 7 Odhad pravděpodobného realizovatelného potenciálu větrné energie vázaný na úroveň současné technologie VTE [23]

Jak uvádí měsíční zpráva o provozu za měsíc leden 2010 [24], tak instalovaný výkon datovaný ke konci měsíce ledna 2010 byl na hodnotě 193,5MW. Abychom mohli porovnat, zda hodnota instalovaného výkonu větrných elektráren za poslední rok má klesající či stoupající tendenci, tak si uvedeme hodnotu instalovaného výkonu větrných elektráren datovanou ke konci ledna 2009 dle [25], která činí 150MW.

Největší využití potenciálu větrné energie v České republice datované ke konci měsíce ledna dle [24] je v Severozápadních Čechách, konkrétně pak v Ústeckém kraji. Hodnota instalovaného výkonu větrných elektráren dle [24] zde činí 83,2MW.

Z uvedených čísel je jasně viditelné, že hodnota instalovaného výkonu má jednoznačně stoupající tendenci. Když však porovnáme procentuální nárůst instalovaného výkonu fotovoltaických a větrných elektráren, který činí 29%, tak je na první pohled vidět, že větrné elektrárny nezaznamenaly za poslední rok tak radikální „boom“, jako například elektrárny fotovoltaické.

I zde může být příčina ve velice rozdílných hodnotách minimálních výkupních cen a hodnot zelených bonusů. Hodnota průměrné minimální výkupní ceny elektřiny z větrných elektráren je totiž až 4,3krát menší, než je tomu u průměrné minimální výkupní ceny elektřiny z fotovoltaických elektráren. Průměrná hodnoty zeleného bonusu u větrných elektráren za rok 2009 je téměř 5,3krát menší než hodnota průměrného zeleného bonusu za stejný rok u fotovoltaických elektráren.

Omezení dalšího rozvoje větrné energie je vázáno také na kladné přijetí větrných elektráren obyvatelstvem, vlivem na životní prostředí. Co je ale hlavním omezením dalšího rozvoje, jsou kapacitní omezení vedení vvn a vn.

6.1.3 Vodní elektrárny

Potenciál vodní energie České republiky z hlediska jeho využití prostřednictvím malých vodních elektráren je již téměř vyčerpaný. U těchto zdrojů (MVE) je přírůstek opravdu malou procentuální hodnotou. Taktéž, jako je to u MVE, je tomu také u průtočných elektráren, které mají svůj potenciál také téměř vyčerpaný.

Další rozvoj hydroenergetiky je problémový z hlediska toho, že by musela být zaplavována území v případě stavby nových údolních přehrad, což samozřejmě naráží na odpor obyvatel, jejichž území by se tato změna mohla týkat. Jednou z možností, jak efektivněji využít potenciál vodní energie, je skryt v obnově současných technologií a zvýšení jejich účinnosti.

Celkový technicky využitelný hydroenergetický potenciál České republiky je cca 3,5 TWh za rok. [26]

V České republice jsou vodní toky jsou rozděleny do pěti skupin, které jsou řízeny jednotlivými správami. Jednotlivé správy jsou: Povodí Labe, Povodí Vltavy, povodí Ohře, Povodí Moravy a Povodí Odry. Potenciál vodní energie je na území České republiky rozdělen a taktéž využíván nerovnoměrně. Tento problém je na území České republiky způsoben hydrologickými podmínkami.

Porovnáme-li hodnoty instalovaného výkonu vodních elektráren, vyjma elektráren přečerpávacích, z měsíční zprávy o provozu za měsíc leden 2009 [25] a též zprávy o rok později [24], tak si můžeme všimnout, že zde nedošlo k žádné výrazné změně v hodnotě instalovaného výkonu. V roce 2009, datováno k 31. 1. 2009, je dle [25] celkový instalovaný výkon v České republice ve vodních elektrárnách na hodnotě 1 043,06MW. V roce 2010, taktéž datováno k 31. 1. 2010, je dle [24] hodnota instalovaného výkonu vodních elektráren rovna 1 036,51MW.

Když se zaměříme na porovnání instalovaného výkonu v přečerpávacích elektrárnách v České republice za poslední rok, což odpovídá období od 31. 1. 2009 do 31. 1. 2010 dle [24] a [25], tak zjistíme, že jejich instalovaný výkon se stále udržuje na konstantní hodnotě 1 146,5MW.

U povodí Labe je nejvíce využitý jeho horní úsek. Tato část Labe je využita téměř na 100%. I zde jsou však lokality, které nejsou využity z důvodu komplikace kvůli ekologickým požadavkům, nebo by to bylo jednoduše ekonomicky nevýhodné. Spády v těchto energeticky nevyužitých lokalitách jsou v rozmezí hodnot 1,2 až 2, 5 m.

Lokality v povodí Vltavy, které nejsou dosud využity, mají nevyhovující hydrologické podmínky, což v převážné míře znamená nízké spády. Za současných podmínek by nebyla investice do těchto lokalit rentabilní. Vltava má ze všech pěti povodí nejvyšší procento podílu na hodnotě instalovaného výkonu ve vodních elektrárnách.

Povodí Ohře je na tom téměř stejně jako horní úsek Labe, což znamená, že jeho energetický potenciál je vzhledem k ekonomickým podmínkám vyčerpán. Vzhledem k vysoké době návratnosti investic i u dobře situovaných výroben, nelze očekávat velký zájem o další stavby MVE.

U dalšího využití energetického potenciálu u povodí řeky Odry je překážkou to, že by mohlo dojít k ohrožení velkou vodou. Jedním z dalších problémů při stavbě dalších MVE je i malá vstřícnost Správy toku.

Když uvážíme další využití energetického potenciálu v povodí řeky Moravy, tak přichází v úvahu pouze dolní toky, které mají téměř všechny malé spády, většinou do 2 m. I zde je u některých lokalit nevhodná stavba vodních elektráren z důvodu ohrožení velkou vodou.

6.1.4 Energie biomasy

O tomto zdroji můžeme s jistotou říct, že jeho teoretický energetický potenciál je na vysoké hodnotě. S ohledem na to, že se Česká republika zavázala ke splnění procentuální hodnotě výroby elektrické energie prostřednictvím OZE, tak takovýto zdroj nesmíme rozhodně opomenout. Potenciál energetické biomasy je na hodnotě 2 231 GWh. Podrobnější rozpis procentuálního zastoupení druhů biomasy najdeme v následující tabulce 8:

Druh biomasy	Energie celkem %	Energie PJ	z toho teplo PJ	elektřina GWh
Dřevo a dřevní odpad	24	33,1	25,2	427
Sláma obilnin a olejnin	11,7	15,7	11,9	224
Energetické rostliny	47,1	63	47,7	945
Bioplyn	16,3	21,8	15,6	535
celkem	100	133,6	100,4	2 231

Tabulka 8 Potenciál energetické biomasy v ČR [23]

V České republice se pro pěstování energetických rostlin využívají území, která nejsou potřebná k produkci krmiva a potravin, nebo také takovou půdu, která není pro pěstování tohoto typu vhodná.

6.1.5 Geotermální energie

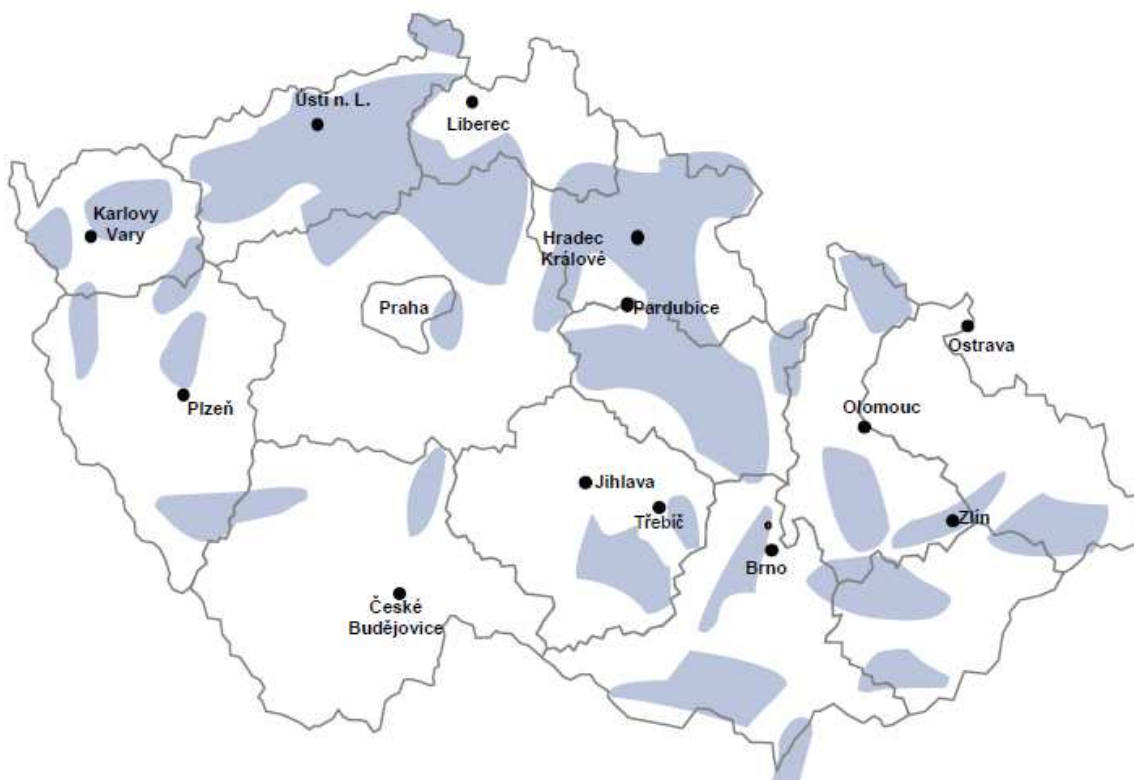
Potenciál geotermální energie je také jistě veliký, jak si i ukážeme, ale v našich podmínkách, jak je vidět v měsíční zprávě o provozu za měsíc leden v roce 2010 [24], z hlediska geotermálních elektráren absolutně nepoužíván. Měsíční zpráva [24] doslova uvádí hodnotu instalovaného výkonu v geotermálních elektrárnách 0 MW.

Kdybychom ochladili o 1°C blok Českého masivu, který by byl o mocnosti 4km, tak bychom mohli dostali teoretický potenciál o hodnotě 500 000 PJ, což je v porovnání s roční spotřebou primárních energetických zdrojů v České republice, které činí 1 800 PJ, opravdu vysoké číslo. Pro další upřesnění si můžeme uvést, jakou energii v době má horká žula, k tomuto příkladu nám poslouží příklad z Litoměřic. Když ochladíme kvádr žuly, která bude mít objem 1 km³ a teplotu 40°C, tak dostaneme takové množství energie, což čítá elektřinu a teplo, které by stačilo Litoměřicím na dobu 30 let. Pro upřesnění si můžeme uvést, že v současné době mají Litoměřice 23 768 obyvatel. [27]

Z mnoha studií lze v České republice detekovat minimálně 60 lokalit, které jsou vhodné pro výrobu elektřiny s celkovým výkonem 250MW a tepla pro vytápění s hodnotou výkonu 2 000 MW, nebo také, když to převedeme na roční výrobu, dostaneme hodnotu 2 TWh elektřiny a 4TWh (tj. 14,4 PJ) využitelného tepla.

Pro budoucnost se předpokládá, že budou postaveny geotermální elektrárny o celkovém výkonu 3200 MW. Tyto elektrárny by měly být rozmístěny rovnoměrně po celém území České republiky a jejich roční výroba by se měla přibližně rovnat hodnotě 26 TWh. [23]

Pro názornou ukázkou si uvedeme, kde se na našem území nachází nejlepší lokality pro využívání hydrotermálních systémů k výrobě elektřiny. Tyto lokality nám zobrazuje obrázek 8.



Obrázek 8 Nejvhodnější lokality pro hydrotermální projekty

6.2 Připojování nových VTE a FTE do DS a PS

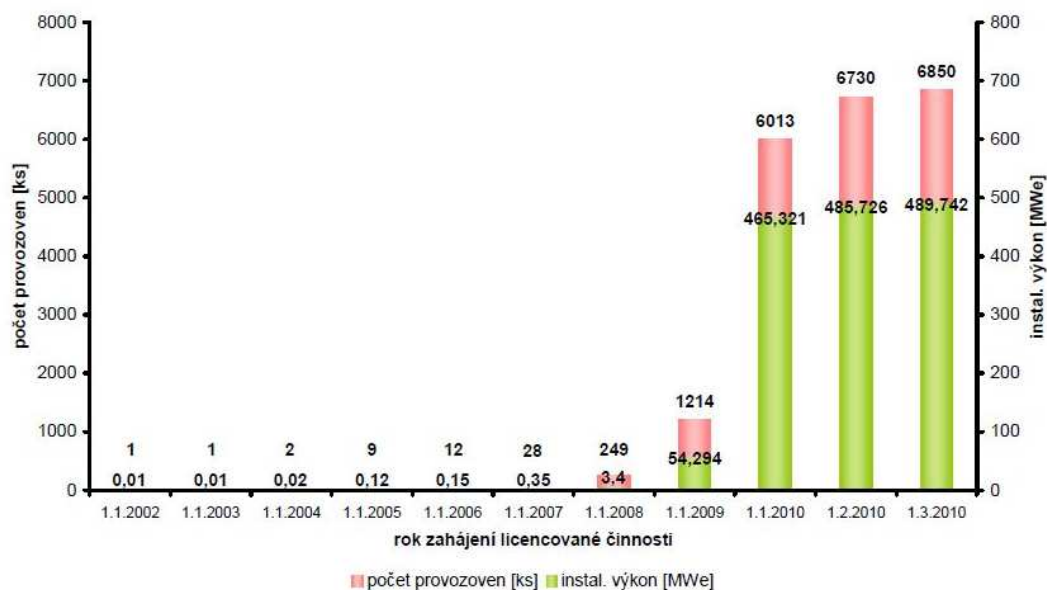
V poslední době byly větrné a fotovoltaické elektrárny častým tématem z hlediska vydávání kladných stanovisek k připojování do distribuční a přenosové soustavy.

Energetický regulační úřad obdržel na vědomí dopis ČEPS, a. s. adresovaný distribučním společnostem ČEZ Distribuce a. s., E.ON Distribuce a. s. a PREdistribuce, a. s. s výzvou k pozastavení vydávání kladných stanovisek k žádostem o připojení větrných a fotovoltaických elektráren.

Důvodem je, že s rostoucím instalovaným výkonem zdrojů, které mají nestabilní průběh diagramu výroby, také neúměrně rostou nároky na regulaci elektrizační soustavy České republiky a dochází k ohrožování jejího bezpečného provozu. Ke konci ledna 2010 byl vydán souhlas s připojením cca 8 000 MW instalovaného výkonu pro VTE a FVE. Podle společnosti ČEPS je ohroženo v určitých obdobích roku bezpečné provozování elektrizační soustavy a je tudíž potřeba zabránit tomu, aby se situace i nadále zhoršovala. Podle § 25, ods. 11, písm. a) energetického zákona je pozastavení vydávání kladných stanovisek k připojení větrných a fotovoltaických elektráren v souladu se zákonem. Toto ustanovení dává provozovateli distribuční soustavy právo odmítnout žadatele o připojení při prokazatelném nedostatku kapacity zařízení pro distribuci nebo při ohrožení spolehlivého provozu distribuční soustavy.

Toto stanovisko se však netýká žádostí o připojení zdrojů, u kterých bylo kladné stanovisko o připojení výroby do přenosové a distribuční soustavy již vydáno. [20]

Následující graf na obrázku 9 nám znázorňuje celkový počet aktivních licencovaných provozoven využívajících k výrobě elektřiny energii slunečního záření, a také jejich celkový instalovaný výkon. [21]



Obrázek 9 Sluneční elektrárny, stav k 1.3.2010 [21]

6.3 Bilanční limity

Pro zajištění bezpečného chodu elektrizační soustavy České republiky byl vypočten tzv. limit soudobého pohotového výkonu neřiditelných OZE, jako jsou hlavně fotovoltaické a větrné elektrárny. Tento limit nám značí hodnotu maximální výroby z obnovitelných zdrojů energie při určité hodnotě exportu a spotřeby, jestliže musíme zachovat výkonovou rovnováhu elektrizační soustavy České republiky.

Limit soudobého pohotového výkonu fotovoltaických a větrných elektráren byl vypočten na období v rozmezí let 2010 – 2012 na hodnotu 1650MW. Na období v letech 2013 – 2015 je tento limit o něco vyšší. Sahá až na hodnotu 2000MW. [28]

7 ZÁVĚR

V první kapitole jsme si uvedli, co to vlastně obnovitelné zdroje energie jsou. Dozvěděli jsme se, že se jedná o typ energie, která je získávána ze zdrojů, jako jsou sluneční energie, energie větru, hydroenergie, biomasa, bioplyn a v neposlední řadě také geotermální energie. Nebo-li je to energie, která pro svůj vznik nevyužívá fosilní paliva ani štěpné (radioaktivní) látky.

V další kapitole jsme rozebírali dvě problematiky. První byly připojovací podmínky do distribuční soustavy a druhá byla cenová rozhodnutí energetického regulačního úřadu ve vztahu k obnovitelným zdrojům energie v letech 2002 – 2010.

V první části této kapitoly jsme si nejprve uvedli základní pojmy, jako například distribuční soustava, provozovatel distribuční soustavy, hromadné dálkové ovládání aj. Dále jsme se dozvěděli, jaké podmínky je potřeba splnit, aby mohla být provozovna připojena do distribuční soustavy. Například jaké jsou charakteristiky napětí elektřiny dodávané do distribuční sítě (kmítočet sítě, velikost napájecího napětí a jeho odchylky, aj.), že se tyto podmínky vztahují na všechny, kdo distribuční soustavu používají nebo ji užívat plánují, charakteristiky požadovaného odběru (požadovaná kvalita dodávky elektřiny, požadovaný příkon, aj.), za jakých podmínek je možné odmítnout požadavek na připojení do distribuční soustavy, technické požadavky na připojení (požadavky na chránění, zkratová odolnost, aj.), požadavky na výrobu elektřiny a údaje pro plánování.

Jak již bylo výše uvedeno, tak v další části kapitoly byla rozebírána cenová rozhodnutí energetického regulačního úřadu. Je zde ukázaný vývoj průměrných minimálních výkupních cen elektřiny dodané do sítě z obnovitelných zdrojů energie. Jak je vidět z uvedených grafů, tak nejvíce stoupající tendenci má obor výroby elektrické energie využitím slunečního záření, kde je se každý rok průměrná výkupní cena o něco zvýší a hlavně podstatně převyšuje průměrné výkupní ceny elektřiny z dalších obnovitelných zdrojů. Taktéž je tomu i u průměrných hodnot zelených bonusů. Nejvyšší ohodnocení připadá na výrobní elektrické energie využívající slunečního záření. Když porovnáme však nejvyšší procentuální nárůst z roku 2009 na 2010, tak tento post připadá malým vodním elektrárnám.

V následujících dvou kapitolách je uvedena problematika provozu z hlediska elektrizační soustavy. Jsou zde zmíněny problémy, které mohou obnovitelné zdroje energie soustavě přinášet. Například napětíové efekty (přepětí v rovnovážném stavu, aj.), teplotní limity, blikání, skoky a poklesy.

Poslední kapitola je zaměřena na zvážení dalšího rozvoje obnovitelných zdrojů energie v České republice. Na konci této kapitoly je uvedeno rozhodnutí ČEPS, které udává, že již nebudou vydávána kladná stanoviska k připojování větrných a fotovoltaických elektráren do distribuční a přenosové soustavy z důvodu toho, že tyto zdroje mají nestabilní průběh diagramu výroby a v návaznosti na to rostou nároky na regulaci elektrizační soustavy České republiky. Z toho všeho plyne, že dochází k ohrožování bezpečného provozu elektrizační soustavy.

V této kapitole jsou dále uvedené předpokládané energetické potenciály jednotlivých OZE. Například uvažování dalšího využití energetického potenciálu hydroenergetiky prostřednictvím malých vodních elektráren je téměř nemožné, protože veškerý tento energetický potenciál je téměř vyčerpaný. Naopak využití energetického potenciálu geotermální energie pomocí geotermálních elektráren je nyní naprosto nevyužito.

Cílem této práce bylo posoudit vliv OZE na elektrizační soustavu České republiky což si v úplném závěru shrneme. V této práci jsou uvedeny různé negativní vlivy na elektrizační soustavu, ať už je jedná o flickr, harmonická zkreslení nebo i negativní vlivy na správné fungování

zařízení zvaného hromadné dálkové ovládání (HDO). Jsou zde ale také uvedeny kladné vlivy OZE na elektrizační soustavu, jako jsou například vyrovnávání bilance jalového výkonu nebo frekvence v elektrizační soustavě. Při posuzování kladů obnovitelných zdrojů energie by mělo být také přihlédnuto k tomu, že jsou velice šetrné k životnímu prostředí, což má v dnešní době velkou hodnotu.

Tudíž při konečném zhodnocení vlivů OZE na elektrizační soustavu musíme říct, že tyto zdroje nejsou výjimkou a jejich vliv na elektrizační soustavu je z jedné části kladný a z druhé záporný, ale je také jisté, že způsobují značnou nestabilitu elektrizační soustavy a mohou způsobit její úplné narušení a destabilizaci, což by mohlo vést k velkým národohospodářským škodám nejen v České republice.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] CENEK, M. A KOL., *Obnovitelné zdroje energie, Druhé, upravené a doplněné vydání*. FFC PUBLIC, PRAHA 2001, 208 stran. ISBN 80-901985-8-9
- [2] Kloz, M., Motlík, J., Petržílek, P., Tužinský, M., *Využívání obnovitelných zdrojů energie. Právní předpisy s komentářem*. Linde Praha, a.s. – Právnické a ekonomické nakladatelství a knihkupectví Bohumily Hořínkové a Jana Tuláčka, Praha 2007, 511 stran, ISBN 978-80-7201-670-9
- [3] Provozovatelé distribučních soustav – ČEZ Distribuce, a.s., E.ON Distribuce, a.s., PREdistribuce, a.s., *Pravidla provozování distribučních soustav*. Schválil ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚSTAV 17.3.2009, 86 stran
- [4] *Roční zpráva o provozu ES ČR 2008 – ERÚ*, [on line], [cit.17-11-2009], http://eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocní_zprava/2008/index.htm
- [5] Freris, L., Infield, D., *Renewable energy in power systems*. A John Wiley & Sons, Ltd, Publication, Great Britain 2009, 284 stran, ISBN 978-0-470-01749-4
- [6] Česenek, V., *Vývoj technologií větrných elektráren a plány Skupiny ČEZ*, publikace Technický týdeník, [on line], [cit.30-11-2009], [http://www.techtydenik.cz/detail.php?action=show&id=2851&mark=\[6\]V%FDvoj%20technologi%ED%20v%ECtrn%FDch%20elekt%Elren%20a%20pl%Elny](http://www.techtydenik.cz/detail.php?action=show&id=2851&mark=[6]V%FDvoj%20technologi%ED%20v%ECtrn%FDch%20elekt%Elren%20a%20pl%Elny)
- [7] *Přednáška - Větrná energetika II*, Přednášková prezentace předmětu Malé zdroje elektrické energie, [on line], [6.12.2009], https://www.vutbr.cz/elearning/file.php/86933/prednasky/05_pr.pdf?forcedownload=1
- [8] *Energie větru*, Přednášková prezentace předmětu Obnovitelné zdroje energie, [on line], [6.12.2009], https://www.vutbr.cz/elearning/file.php/91430/prezentace/OZE_vitr.ppt
- [9] *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 1/2002*, [on line], [cit.1-12-2009], http://www.eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/CR%201_2002.pdf
- [10] *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 1/2003*, [on line], [cit.1-12-2009], http://www.eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/CR%201_2003.pdf
- [11] *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 26/2003*, [on line], [cit.1-12-2009], http://www.eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/CR%2026_2003.pdf
- [12] *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 10/2004*, [on line], [cit.1-12-2009], http://www.eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/CR_2004_10.pdf
- [13] *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 10/2005*, [on line], [cit.1-12-2009], http://www.eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/OZ/CR_2005_10.pdf
- [14] *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 8/2006*, [on line], [cit.1-12-2009], http://www.eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/CR_2006_08.pdf
- [15] *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 7/2007*, [on line], [cit.1-12-2009], http://www.eru.cz/user_data/files/cr_7_2007.pdf
- [16] *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 8/2008*, [on line], [cit.1-12-2009], http://www.eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/OZ/CR_8-2008_OZE-KVET-DZ.pdf
- [17] *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 4/2009*, [on line], [cit.1-12-2009], http://www.eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/OZ/ER%20CR%204_2009_OZE_KVET_DZl.pdf
- [18] *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 5/2009*, [on line], [cit.1-12-2009], http://www.eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/OZ/ER%20CR%205_2009_slunce.pdf

-
- [19] *Komentář Odboru regulace ERÚ k bodu (3.10.) Cenového rozhodnutí ERÚ č. 26/2003*, [on line], [cit. 1-12-2009], http://www.eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/Koment%20k%20CR%2026_2003.pdf
- [20] *Tisková zpráva ze dne 16. března 2010*, [on line], [cit. 19-3-2010], http://eru.cz/user_data/files/tiskove%20zpravy/TZ_ERU_k_prohl_CEPS.pdf
- [21] *Sluneční elektrárny, stav k 1.3.2010*, [on line], [cit. 19-3-2010], <http://eru.cz/>
- [22] *Porovnání jednotlivých obnovitelných zdrojů energie ve vztahu k elektrické síti*, [on line], [cit. 28-3-2010], http://www.litovany.ic.cz/index_soubory/down/s4_03.pdf
- [23] *Obnovitelné zdroje energie a možnost jejich uplatnění v České republice*, [on line], [cit. 28-3-2010], <http://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/oze-cr-all-17-01-obalka-in.pdf>
- [24] *Měsíční zpráva o provozu - leden 2010*, [on line], [cit. 30-3-2010], http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/mesicni_zpravy/2010/leden/page57.htm
- [25] *Měsíční zpráva o provozu - leden 2009*, [on line], [cit. 30-3-2010], http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/mesicni_zpravy/2009/leden/page57.htm
- [26] *HYDROENERGETICKÝ POTENCIÁL*, [cit. 12-4-2010], [on line], http://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/vykladovy-slovník-energetiky/hesla/hydroen_potenc.html
- [27] *Okres Litoměřice*, [cit. 14-4-2010], [on line], http://cs.wikipedia.org/wiki/Okres_Litoměřice
- [28] *Bezpečná integrace OZE do ES ČR*, čsres, [on line] [cit. 5-5-2010], <http://www.ceps.cz/doc/soubory/20100315/Prezentace%20-%20Bezpečná%20integrace%20OZE%20do%20ES%20ČR.pdf>
- [29] Ing. Tomáš Sýkora, *Problematika připojování větrných elektráren do distribuční sítě*, [on line], [cit. 5-5-2010], <http://elektro.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4279>
- [30] Tomoki Ehara, Mizuho Information & Research Institute, *Prezentace Visualization Tool : for Photovoltaics Operating on Electric Grids*. Japonsko, 53 stran