

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Využití obnovitelných zdrojů pro výrobu elektrické energie

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martina ČERVENÁ**
Osobní číslo: **E11N0002K**
Studijní program: **N2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Název tématu: **Využití obnovitelných zdrojů pro výrobu elektrické energie**
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

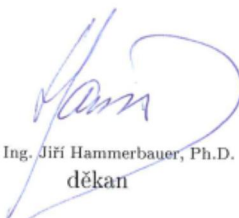
Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte analýzu dostupných obnovitelných zdrojů a jejich vhodnosti pro výrobu elektrické energie se zaměřením na využití energie větru.
2. Zhodnoťte větrný potenciál a historii využití v ČR.
3. Popište způsob a postup pro připojení VTE do distribuční soustavy včetně dopadů po novelizaci zákona OZE.
4. Proveďte analýzu účinnosti a zhodnocení efektivnosti výroby elektrické energie z již existujících VTE zdrojů.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Konstantin Schejbal, CSc.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie
Konzultant diplomové práce: **Ing. Václav Kropáček, Ph.D.**
ČEZ Distribuce, a. s. Plzeň
Datum zadání diplomové práce: **15. října 2012**
Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2013**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na analýzu obnovitelných zdrojů v České republice se zaměřením na větrné elektrárny, zhodnocení větrného potenciálu, podmínky a způsob připojení větrné elektrárny do distribuční sítě a zhodnocení efektivnosti již připojené větrné elektrárny.

Klíčová slova

Obnovitelné zdroje, větrná elektrárna, větrný potenciál, předací místo, instalovaný výkon, provozovatel distribuční soustavy, ekonomická efektivita

Abstract

This diploma thesis focuses on analysis of renewable energy resources in Czech Republic with special interest on wind power plants, evaluation of wind energy potential, connecting and conditions for connection of wind power plants into distribution grid and evaluates an efficiency of already implemented wind power plant.

Key words

Renewable energy resources, wind power plant, wind energy potential, the point of initial connection, electric-distribution company, economical efficiency

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 6.5.2013

Martina Červená

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Konstantinu Schejbalovi, a dále také Ing. Václavu Kropáčkovi Ph.D. a Ing. Zdeňku Burešovi za odbornou pomoc a připomínky k vypracování diplomové práce, pracovníkům ZČU v Plzni, kolegům z práce a všem, kteří se podíleli na mém studiu a zejména mým synům za trpělivost a podporu při studiu.

Obsah

OBSAH.....	8
ÚVOD	14
1 ANALÝZA OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ SE ZAMĚŘENÍM NA VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY.....	1
1.1 ENERGIE VĚTRU.....	1
1.1.1 Historie využití větrné energie.....	2
1.1.2 větrné elektrárny (VTE)	3
1.1.3 Konstrukční části	3
1.1.3.1 Rotor VTE.....	4
1.1.3.2 Gondola.....	7
1.1.3.3 Stožár	8
1.1.3.4 Základ.....	9
1.1.4 Regulační systém rotoru	9
1.1.4.1 Regulace Pitch.....	9
1.1.4.2 Regulace Stall.....	10
1.1.4.3 Regulace aktivní Stall.....	10
1.1.4.4 Kategorie větrných elektráren	11
1.1.5 Vliv VTE na životní prostředí.....	12
1.1.5.1 Hlučnost.....	12
1.1.5.2 Stroboskopický efekt	12
1.1.5.3 Rušení zvěře.....	13
1.2 OSTATNÍ OBNOVITELNÉ ZDROJE V ČR.....	13
1.2.1 Energie vody.....	13
1.2.2 Energie ze Slunce.....	14
1.2.2.1 Fotovoltaické články.....	14
1.2.2.2 Solární - termické články.....	15
1.2.3 Geotermální energie.....	15
1.2.4 Biomasa.....	16
1.2.5 Biopaliva	16
1.2.6 Bioplynové stanice.....	17
1.3 ANALÝZA PŘIPOJENÝCH OZE K DSO.....	18
2 ZHODNOCENÍ VĚTRNÉHO POTENCIÁLU ČR.....	20
2.1 CO JE TO VÍTR?	20
2.2 MĚŘENÍ VĚTRU	21
2.3 VĚTRNÝ POTENCIÁL	22
2.4 HODNOCENÍ VĚTRNÉHO POTENCIÁLU	22
2.4.1 Klimatologický potenciál.....	22
2.4.2 Technický potenciál	22
2.4.3 Realizovatelný potenciál.....	22
2.5 VĚTRNÉ MAPY	23
2.5.1 Metody určení pole průměrné rychlosti.....	24
2.5.1.1 Metoda VAS.....	24
2.5.1.2 Metoda WAsP	24
2.5.1.3 Hybridní model VAS/WAsP	25
2.5.1.4 Model PIAP	25
3 ZPŮSOB A POSTUP PŘIPOJENÍ VTE DO DS, DOPADY PO NOVELIZACI ZÁKONA OZE.....	25
3.1 PROCES VYŘÍZENÍ VŠECH POVOLENÍ ZE STRANY VÝROBCE	26
3.2 VÝPOČET VÝKONU VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY	27
3.3 POŽADOVANÉ DOKUMENTY K ŽÁDOSTI O PŘIPOJENÍ VÝROBNY	29
3.4 TECHNICKÉ POSOUZENÍ ŽÁDOSTI O PŘIPOJENÍ VTE	30

3.4.1	Pravidla pro modelování chodu sítí VN při posuzování připojitelnosti výroben v rámci DSO.....	30
3.4.2	Zvýšení napětí.....	33
3.4.3	Zpětné vlivy na síť.....	33
3.4.3.1	Změny napětí.....	33
3.4.3.2	Proudy harmonických.....	34
3.4.3.3	Ovlivňování signálu HDO.....	34
3.4.4	Způsoby připojení VTE do sítě.....	35
3.4.5	Studie připojitelnosti.....	35
3.4.6	Projektová dokumentace.....	36
3.5	LEGISLATIVNÍ POSOUZENÍ PLATNOSTI REZERVACE.....	37
3.6	POŽADAVKY NA VÝROBNY.....	38
3.6.1	Dálkové řízení.....	38
3.6.2	Elektroměry, měřicí a řídicí zařízení.....	39
3.6.3	Spínací zařízení.....	39
3.6.4	Ochrany.....	40
3.6.4.1	Neselektivně vypínané výrobní jednotky.....	40
3.6.4.2	Selektivně vypínané výrobní jednotky.....	41
3.7	ÚVEDENÍ VÝROBNY DO PROVOZU – PRVNÍ PARALELNÍ PŘIHOJENÍ.....	41
3.8	DOPADY NOVELIZACE ZÁKONA OZE.....	43
4	ANALÝZA ÚČINNOSTI A ZHODNOCENÍ EFEKTIVNOSTI VÝROBY ENERGIE Z PŘIHOJENÉ VTE.....	44
4.1	EKONOMICKÉ UKAZATELE.....	44
4.2	EKONOMICKÁ ANALÝZA A HODNOCENÍ.....	46
4.2.1	Hodnocení provozu.....	47
5	ZÁVĚR.....	48
6	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	49
7	SEZNAM PŘÍLOH:.....	51

Základní pojmy a zkratky:

ZÁKLADNÍ POJMY DLE ENERGETICKÉHO ZÁKONA A PLATNÝCH VYHLÁŠEK

- **Distribuční soustava:** vzájemně propojený soubor vedení a zařízení 110 kV, s výjimkou vybraných vedení a zařízení 110kV, která jsou součástí přenosové soustavy, vedení a zařízení o napětí 0,4/0,23 kV, 3 kV, 6 kV, 10 kV, 22 kV a 35 kV, sloužící k zajištění distribuce elektřiny na vymezeném území ČR, včetně systémů měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky; distribuční soustava je zřizována a provozována ve veřejném zájmu.
- **Energetický regulační úřad:** správní úřad pro výkon regulace v energetice. Stanovuje regulované ceny, uděluje licence, stanovuje pravidla pro vedení oddělení evidence tržeb, určuje pravidla organizování trhu s elektřinou a vydává další prováděcí předpisy k zákonu 458/2000 Sb.
- **Environmental Impact Assessment:** studie, jejíž cílem je získání představy o výsledném vlivu stavby na životní prostředí a vyhodnocení, zda je z tohoto ohledu vhodné ji realizovat, resp. za jakých podmínek je realizace akceptovatelná
- **Flikr:** subjektivní vjem změny světelného toku způsobený kmitáním napětí
- **Generátor:** část výrobní jednotky vč. event. střídače, ale bez event. kondenzátorů ke kompenzaci účinníku. Ke generátoru nepatří ani transformátor, přizpůsobující napětí generátoru napětí veřejné sítě
- **Harmonické:** sinusové kmity, jejichž kmitočet je celistvým násobkem základní frekvence (50 Hz)
- **Hodinový zelený bonus:** forma výplaty podpory platná od 1.1. 2013 po novelizaci zákona 165/2012 Sb. podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů
- **Instalovaný výkon:** součet jmenovitých výkonů jednotlivých instalovaných generátorů
- **Kompenzační zařízení:** zařízení pro kompenzaci účinníku nebo řízení jalové energie
- **Meziharmonické:** sinusové kmity, jejichž kmitočet není celistvým násobkem základní frekvence (50 Hz)

- **Natura 2000:** soustava chráněných území, které vytvářejí na svém území podle jednotných principů všechny státy Evropské unie, sloužící k zabezpečení ochrany těch druhů živočichů, rostlin a typů přírodních stanovišť, které jsou z evropského pohledu nejcennější, nejvíce ohrožené, vzácné či omezené svým výskytem jen na určitou oblast (endemické).
- **Ochrany sítě:** systém ochran zařízení provozovatele DS, uživatele DS nebo provozovatele PS, zabraňující poškození zařízení a dalšímu šíření poruchy do DS nebo PS
- **Obnovitelný zdroj:** využitelný zdroj energie, z něhož lze procesem přeměn získat elektřinu, přičemž se jeho energetický potenciál trvale a samovolně obnovuje přírodními procesy
- **OZ:** zapnutí obvodu vypínače spojeného s částí sítě, v níž je porucha, automatickým zařízením po časovém intervalu, umožňujícím, aby z této části sítě vymizela přechodná porucha.
- **Provozovatel distribuční soustavy:** fyzická či právnická osoba, která je držitelem licence na distribuci elektřiny
- **Připojovaný výkon zdroje:** součet štítkových (typových) hodnot instalovaných výkonů zdrojů připojovaných do odběrného místa nebo předávacího místa
- **Předávací místo:** místo styku mezi DS a zařízením uživatele DS, kde elektřina do DS vstupuje nebo z ní vystupuje
- **Pravidla provozování distribuční soustavy (PPDS):** soubor veřejně dostupných dokumentů specifikujících zásady působnosti provozovatele a uživatelů DS, schválený ERÚ
- **Rezervovaný příkon:** hodnota elektrického příkonu udávaná v kW, kterou si sjednává zákazník s provozovatelem DS ve smlouvě o připojení pro dané odběrné místo. Hodnota tohoto příkonu nesmí být překročena

- **Rezervovaný výkon:** hodnota připojovaného výkonu výroby elektřiny v předávacím místě distribuční soustavy v MW v základním zapojení snižena o hodnotu vlastní spotřeby elektřiny na výrobu elektřiny nebo na výrobu elektřiny a tepla.
- **Smlouva o připojení:** je uzavírána mezi provozovatelem distribuční soustavy a výrobcem nebo zákazníkem. Na základě této smlouvy se uskutečňuje připojení zařízení výrobce nebo zákazníka k přenosové nebo distribuční soustavě
- **Smlouva o uzavření budoucí smlouvy o připojení:** je uzavírána mezi provozovatelem distribuční soustavy a výrobcem nebo zákazníkem. Na základě této smlouvy se provádí připojení zařízení výrobce nebo zákazníka k přenosové nebo distribuční soustavě spojené s úpravou zařízení distribuční soustavy
- **Technické podmínky připojení:** písemný dokument zpracovaný provozovatelem distribuční soustavy, zaslaný žadateli
- **Územní systém ekologické stability krajiny:** vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu
- **Výrobna:** energetické zařízení pro přeměnu různých forem energie na elektřinu, zahrnující všechna nezbytná zařízení
- **Výrobce elektřiny:** fyzická či právnická osoba, která vyrábí elektřinu a je držitelem licence na výrobu elektřiny

ZKRATKY

Zkratka	Význam zkratky
AV ČR	Akademie věd České republiky
ČR	Česká republika
DR	diskontační sazba
DS	distribuční soustava
EIA	Environmental Impact Assessment (angl.) = Vyhodnocení vlivů na životní prostředí
ERÚ	Energetický regulační úřad
ES	elektrizační soustava
EU	Evropská unie
EZ	Energetický zákon
IRR	vnitřní výnosové procento
HDO	hromadné dálkové ovládání
CHKO	chráněné krajinné oblasti
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
nn	nízké napětí
NPV	čistá současná hodnota
OTE	Operátor trhu
OZ	automatické opětovné zapnutí vypínače
OZE	výrobní elektřiny využívající nefosilní zdroje energie
PDS	provozovatel distribuční soustavy
PPDS	Pravidla provozování distribuční soustavy
RP	rezervovaný příkon
SoBS	smlouva o uzavření budoucí smlouvy o připojení
SoP	smlouva o připojení k distribuční soustavě
TPP	technické podmínky připojení
ÚSES	Územní systém ekologické stability krajiny
vn	vysoké napětí
vvn	velmi vysoké napětí
VTE	Větrná elektrárna

Úvod

Jeden z nejzákladnějších fyzikálních zákonů (zákon zachování energie), zjednodušeně řečeno konstatuje, že energii nelze vyrobit ani zničit, pouze přeměnit na jiný druh energie. Elektrická energie, která je pro současnou společnost naprosto nepostradatelná, je tedy výsledkem úspěšné energetické přeměny. K pokrytí základního zatížení energetické soustavy je nejvíce využíváno přeměn energetického potenciálu tepla na potenciál elektrický. Výchozí teplo je získáváno spalováním tuhých fosilních paliv, nebo štěpením atomových jader těžkých prvků.

Konvenční způsob výroby elektrické energie s sebou nese úskalí v podobě zvýšené zátěže na životní prostředí. Jedná se zejména o exhalace spojené se spalováním tuhých paliv v tepelných elektrárnách nebo komplikace spojené se skladováním vyhořelého jaderného paliva z elektráren atomových. Vedle těchto, v současné době stěžejních způsobů výroby elektřiny, se v omezené míře využívají k „výrobě“ elektrické energie také tzv. obnovitelné zdroje, tedy zdroje využívající energii vody, slunečního záření, větru, biomasy a bioplynu. Základní výhodou je to, že zatímco v tepelných elektrárnách je potřeba výchozí energii (samotné teplo) nejdříve „vyrobit“, energie obnovitelných zdrojů je prakticky všudypřítomná, čímž se její využití pro výrobu energie elektrické stává vůči životnímu prostředí šetrnější. Podrobný rozbor možností využití obnovitelných zdrojů pro výrobu elektrické energie se zaměřením na energii větrnou, představuje meritum této diplomové práce.

Předkládaná diplomová práce je rozdělena do čtyř základních bodů, viz zadání diplomové práce. V úvodní části jsem provedla analýzu dostupných obnovitelných zdrojů a jejich vhodnosti pro výrobu elektrické energie, přičemž největší důraz kladu na energii větru. Větrný potenciál a historie jeho využití v ČR jsem zevrubně popsala ve druhé části práce. V další části práce jsem se zaměřila na proces připojování větrných elektráren do distribuční soustavy včetně dopadů na způsob vyplácení podpory způsobených novelizací zákona o obnovitelných zdrojích energie. Na závěr jsem provedla ekonomické zhodnocení efektivnosti výroby elektrické energie z již existující větrné elektrárny.

1 Analýza obnovitelných zdrojů se zaměřením na větrné elektrárny

Cílem a vysokou prioritou je ve státní energetické koncepci využití obnovitelných zdrojů energie (dále jen „OZE“). Optimální využití OZE, tak jak je záměrem EU, by pomohlo posílit nezávislost na vnějších zdrojích, snížit negativní vliv na životní prostředí. V neposlední řadě by rozvoj OZE přinesl z hlediska ekonomického a sociálního i možnost budování nových pracovních míst.

Už jen z názvu „obnovitelné zdroje“ je zřejmé, že tyto zdroje energie mají schopnost úplné, nebo částečné obnovy a to buď samy, nebo s pomocí člověka.

Mezi OZE patří:

- energie větru,
- energie vody,
- energie ze Slunce,
- geotermální energie,
- energie biomasy a biopaliva,
- energie z bioplynu,
- energie přílivu a odlivu.

Většina obnovitelných zdrojů energie, má původ ve slunečním záření, které dopadá na zemskou kůli. Patří sem energie vody, větru a biomasy. Geotermální energie vzniká procesy uvnitř Země. Energie přílivu a odlivu je dána slapovými silami mezi Zemí a Měsícem. Přitažlivost Slunce na ni nemá žádný vliv.

[11]

1.1 Energie větru

Využití energie větru je jedním z pilířů podpory splnění národního cíle, což je pokrytí v roce 2020 13% konečné spotřeby energie z OZE. Ministerstvo životního prostředí ČR zpracovalo návrh politiky



Obr. 1 Větrná farma [25]

ochrany klimatu, který předpokládá, že do roku 2020 může být v ČR vyrobeno prostřednictvím větrné energie 2,6 mil. MWh elektřiny.[12]

1.1.1 Historie využití větrné energie

Již od pradávna využívali lidé energii větru. Nejstarší zmínky jsou 5000 let staré, kdy ve starověkém Egyptě byla energie větru využívána k pohonu lodí. Staré kresby těchto lodí a jejich plachet ukazují na to, že se lidé snažili využít maximum plochy plachet a tím i maximum energie větru. Záznamy o prvních větrných mlýnech jsou 2200 let staré a pocházejí



Obr. 2 Větrný mlýn [25]

z Persie. Největší rozvoj větrných mlýnů byl ve Středověku v 11. stol. na Středním východě, první zmínky o využívání energie větru k pohonu větrných mlýnů v Evropě sahají do 13. stol. Energie větru se také využívala k čerpání vody. První historické zmínky o stavbě větrného mlýna na území Čech, Moravy a Slezska jsou z r. 1277. Větrný mlýn byl postaven v zahradě Strahovského kláštera. Největší rozkvět větrného mlynářství je datován do 40.- 70. let 19. stol. na území Čech, Moravy a Slezska. Celkem se jedná o 879 historicky prokázaných větrných mlýnů.[20]

z Persie. Největší rozvoj větrných mlýnů byl ve Středověku v 11. stol. na Středním východě, první zmínky o využívání energie větru k pohonu větrných mlýnů v Evropě sahají do 13. stol. Energie větru se také využívala k čerpání vody. První historické zmínky o stavbě větrného mlýna na území Čech, Moravy a Slezska jsou z r. 1277. Větrný mlýn byl postaven v zahradě

Na počátku 20. století se energie větru hojně využívala k pohonu vodních čerpadel pro potřeby zavlažování čerpáním vody ze studní a řek. Výroba velkých větrných elektráren se v České republice datuje od konce 80. let 20. stol. Bylo vyrobeno několik kusů 75 kW elektráren, postupně se přešlo k výrobě větrných elektráren o výkonu 315 kW a dále 630 kW. Poslední větrná elektrárna české výroby byla postavena na území ČR v roce 1996. Bohužel z nezájmu státních orgánů o rozvoj nově vznikající oblasti a vzhledem k nedostatku finančních prostředků českých firem, zabývajících se výrobou větrných elektráren, došlo k postupnému úpadku jejich činnosti. Produkty přestaly být konkurenceschopné a skončení jejich činnosti mělo za následek problém s údržbou a opravami vybudovaných větrných elektráren české výroby.[3]

Využití větrných motorů:

- k výrobě elektrické energie = větrné elektrárny: Větrné motory pohánějí generátory od malých výkonů – řádově desítky Wattů, až po Megawatty.
- k čerpání vody: Historicky se využívají větrné motory k čerpání vody pro potřeby zavlažování, čerpání vody ze studní a řek, k dopravě a zásobování vody z vrtů a hlubokých studní, částečné zavzdušňování rybníků. V současné době se provádí výzkumy zaměřené na použití větrných motorů k odsolování půd a jako součást přečerpávacích akumulacích vodních elektráren.
- jako mechanické pohony: využívaly se již dříve např. k mletí obilí, k pohonu pil a různých pracovních strojů v dílnách, k plašení ptáků. Nově se zkouší využívat k přímé výrobě tepla.[1]

1.1.2 Větrné elektrárny (VTE)

Elektrická energie je ve větrných elektrárnách získávána pomocí přeměny z energie větrné. Tato kinetická energie je přeměněna na elektrickou energii pomocí synchronních či asynchronních generátorů.

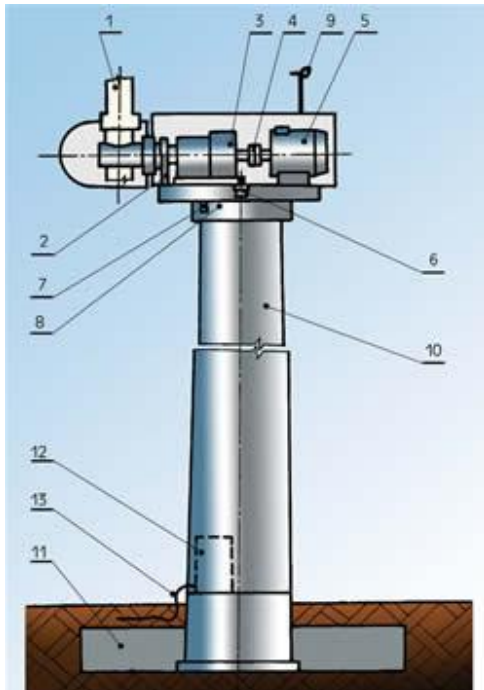
Elektrárna je schopna dodávat elektrickou energii již od rychlosti větru $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Jmenovitý výkon elektrárny je dosažen už při rychlosti $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Při dosažení maximální rychlosti $25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ je elektrárna odstavena, aby nedošlo k přetížení. Odstavení je dosaženo pomocí mechanického brzdění za převodovým soustrojím na straně generátoru. Rovněž při výpadku ES se musí elektrárna odstavit, protože by se otáčky generátoru prudce zvyšovaly z důvodu ztráty zátěžného momentu. Po obnovení napětí se zopakuje rozběh generátoru a jeho připojení k síti. Generátory rozebrány v kapitole 1.1.3.2.2.[1]

1.1.3 Konstrukční části

Základní části větrné elektrárny jsou:

- rotor,
- gondola,
- stožár,
- základ.

Podrobný popis jednotlivých částí velké větrné elektrárny je na Obr. č. 3



- 1 - rotor s rotorovou hlavicí a listy
- 2 - brzda rotoru
- 3 - planetová převodovka
- 4 - spojka
- 5 - generátor
- 6 - servo-pohon natáčení strojovny
- 7 - brzda točny strojovny
- 8 - ložisko točny strojovny
- 9 - čidla rychlosti a směru větru
- 10 - několikadřlná věž elektrárny
- 11 - betonový armovaný základ elektrárny
- 12 - elektrorozvaděče silnoproutého a řídícího obvodu
- 13 - elektrická přípojka[27]

Obr. 3 Schéma velké větrné elektrárny [27]

1.1.3.1 Rotor VTE

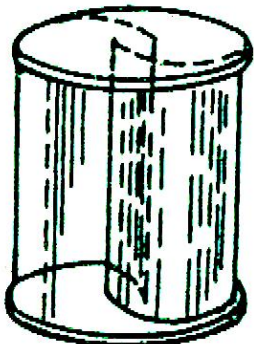
Rotor je zařízení sloužící k přeměně kinetické energie na energii mechanickou. Točivý pohyb rotoru uvede do pohybu elektrický generátor vyrábějící elektrickou energii. Rotor je nazýván „větrný motor“. Dělení rotorů je podle různých hledisek.

1.1.3.1.1 Dělení podle aerodynamického principu:

- větrné motory odporové,
- větrné motory vztlakové.

Větrné motory odporové

Nejstarší typ prezentují větrné motory pracující na odporovém principu. Tyto větrné motory mohou mít vodorovnou i svislou osu otáčení. Jejich konstrukce se může lišit podle způsobu provedení. Základem je plocha nastavená proti větru, která klade značný aerodynamický odpor. Zpomaluje se proudění vzduchu a je na ní vyvinuta značná síla, která je nadále mechanicky přeměňována na rotační pohyb. Kontaktní plocha ve směru proudu větru se přibližně pohybuje menší rychlostí, než je rychlost větru.[1]



Obr. 4 Rotor Savonius [1]

Větrné motory vztlakové

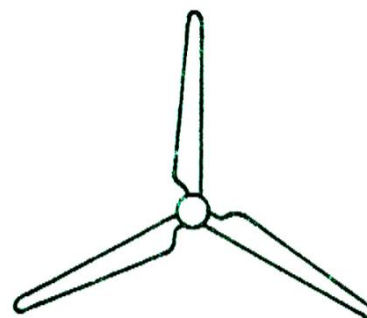
Rotory či větrné motory s vodorovnou osou pracující na vztlakovém principu jsou orientovány svoji rovinou otáčení kolmo ke směru větru. Mezi tyto motory řadíme vrtule a větrná kola. Vrtule mohou být dvou, tří, nebo čtyřlísté.



jednolísté

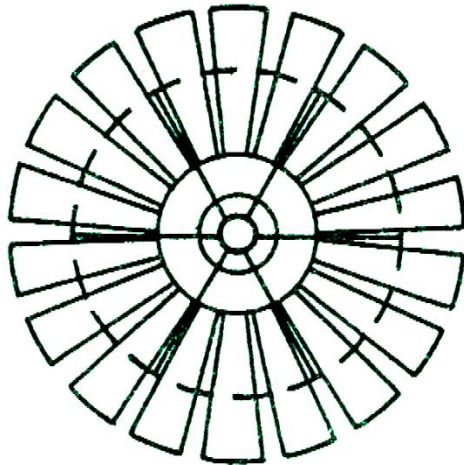


dvoulísté



třílísté

Obr. 5 Druhy vrtulí [1]



Obr. 6 Větrné kolo s větším počtem lopatek [1]

1.1.3.1.2 Dělení rotorů podle uložení osy rotace:

- s vodorovnou osou otáčení,
- se svislou osou otáčení.

Rotory s vodorovnou osou otáčení

Nejvíce používané jsou větrné motory, které pracují na vztlakovém principu a mají vodorovnou osu otáčení. Mezi tyto motory patří:

- pomaloběžné větrné motory,
- rychloběžné větrné motory,
- klasické větrné mlýny.



Obr. 7 VTE s vodorovnou osou otáčení [25]

Rotory se svislou osou otáčení

Větrné motory se svislou osou otáčení se v praxi používají minimálně.



Obr. 8 VTE se svislou osou otáčení [25]

1.1.3.2 Gondola

V gondole je umístěna strojovna větrné elektrárny. Gondoly a uvnitř umístěná soustrojí se liší dle typu VTE a výrobce. Nejdůležitějšími parametry kladenými veřejností v dnešní době, jsou především vzhled a tvar, které významným způsobem ovlivňují krajinný ráz celého prostředí.

Základní části soustrojí:

- převodovka,
- generátory,
- rám strojovny,
- hydraulické systémy.

1.1.3.2.1 Převodovka

Konstrukční řešení převodových ústrojí větrných elektráren se liší podle typu konkrétní větrné elektrárny. Při velkých větrných poryvech jsou rázy od rotoru větší, než je standardní provozní zatížení. Z pohledu konstrukčního uspořádání dělíme větrné elektrárny na bezpřevodovou a převodovou.[15]

1.1.3.2.2 Generátory

Generátor je elektrické zařízení, které umožňuje přeměnu mechanické energie vzniklou pomocí větrného motoru na energii elektrickou. Větrné elektrárny používají synchronní i asynchronní generátory. Záleží na výrobci větrné elektrárny.

Synchronní generátory jsou vysoce účinné elektrické točivé stroje mohutné konstrukce, mající složitější rozběh a horší regulaci. Používají se tam, kde není potřeba opakovaně zapínat a vypínat, tzn. pro dlouhodobě běžící provoz. Využívají se především pro velké výkony až 6 MW. Pro svůj provoz musí být synchronní stroje vhodným způsobem buzeny.

Asynchronní motory jsou elektrické točivé stroje, které se využívají jako generátory větrných elektráren vzhledem k své jednoduchosti, nízké ceně a snadnému připojení k síti. Při vlastním spuštění generátoru, pracuje asynchronní stroj v motorickém chodu. Elektrická energie se přeměňuje na mechanickou. Časté využití zejména u rychloběžných elektráren,

vzhledem k jejich malému rozběhovému momentu. Nevýhodou je odběr jalového výkonu ze sítě. Pokud by asynchronní generátor dodával do sítě energii pouze s odporovou a induktivní zátěží, musel by být generátor doplněn kondenzátory, které by dodaly potřebný jalový výkon.[1]

Tab. 1 Chod točivých strojů v generátorovém a motorickém režimu [7]

Příklad	Zdrojová orientace	Spotřebičová orientace
Synchronní generátor (přebuzený)	$P > 0$ a $Q > 0$ $0^\circ < \varphi < 90^\circ$	$P < 0$ a $Q < 0$ $180^\circ < \varphi < 270^\circ$
Asynchronní generátor	$P > 0$ a $Q < 0$ $270^\circ < \varphi < 360^\circ$	$P < 0$ a $Q > 0$ $90^\circ < \varphi < 180^\circ$
Synchronní motor (přebuzený)	$P < 0$ a $Q > 0$ $90^\circ < \varphi < 180^\circ$	$P > 0$ a $Q < 0$ $270^\circ < \varphi < 360^\circ$
Asynchronní motor	$P < 0$ a $Q < 0$ $180^\circ < \varphi < 270^\circ$	$P > 0$ a $Q > 0$ $0^\circ < \varphi < 90^\circ$

1.1.3.2.3 Rám strojovny

Rám strojovny slouží k nesení všech částí uvnitř gondoly. Konstrukčně je vyroben ze svařovaných ocelových plátů. V ČR je výrobcem firma SIAG se sídlem v Chrudimi.

1.1.3.2.4 Hydraulické systémy

Součástí strojovny je několik hydraulických brzdných systémů. Mezi tyto systémy patří: brzda rotoru, brzda generátorového hřídele, brzda systému natáčení strojovny.

1.1.3.3 Stožár

Hlavní základnou pro větrnou elektrárnu je stožár, který závisí na velikosti větrné elektrárny. V dnešní době se výška stožáru VTE pohybuje od 40 do 110 m. Podle konstrukčního materiálu lze dělit stožáry na:

- tubusové,
- příhradové,
- betonové.

Nejčastěji jsou používány tubusové ocelové stožáry. Stožár je zkonstruován ze segmentů, které jsou vyráběny v délkách 20 m (z důvodu přepravy). Příhradový stožár je výhodné použít při vyšší výšce než 100m. Betonové stožáry zaznamenaly v posledních letech největší rozkvět. Výhoda je jejich ekonomická efektivita. Celá konstrukce betonového stožáru

je z betonových skruží, z kterých se postaví stožár. K jejich vyztužení slouží předepjatá ocelová lana, vedená v dutinách skruží od vrcholu k základně.

1.1.3.4 Základ

Betonový základ je nejtěžší částí VTE. Před zahájením stavby musí být prokázána stabilita podloží ve spodních vrstvách zeminy. Za tímto účelem se provádí geologický průzkum. Součástí betonové desky jsou výztuhy, příprava armovacích otvorů, příprava potrubí pro vyvedení kabeláže. Na vyzrálou betonovou desku je osazen základní ocelový kruh tzv. fundament o průměru 4m a hmotnosti cca 28 tun. [15]

1.1.4 Regulační systém rotoru

Při zvyšování rychlosti větru dochází k zvyšování výkonu, které by mohlo mít za následek poškození generátoru. Z tohoto důvodu je vhodné regulovat – snížit výkon, který dodává rotor. Pro regulaci větrné elektrárny jsou používány 3 metody regulace výkonu vrtule, které jsou charakteristické pro různé typy VTE. Tyto metody jsou založeny na aerodynamickém principu přizpůsobeném nominálnímu výkonu generátoru:

- regulace Pitch = regulace natáčením listů,
- regulace Stall = regulace odtržením proudu vzduchu,
- regulace aktivní Stall.

1.1.4.1 Regulace Pitch

Pitch kontrol systém pracuje s přicházejícím vstupním signálem o výkonu generátoru. Jakmile je překročen sledovaný nominální výkon generátoru, dojde ke změně listů rotoru a úhlu jejich natočení vůči proudění vzduchu. Tím dojde ke zmírnění aerodynamických sil a tím k snížení využití výkonu turbíny. Jakákoliv rychlost, vyšší než nominální rychlost, která je potřebná pro dosažení jmenovitého výkonu, nastaví listy rotoru a úhel natočení do polohy tak, aby turbína dodávala nominální výkon.

Výhody

- kontrola výkonu v celém rozsahu proudění rychlosti vzduchu,
- vyšší produkce energie při stejných podmínkách vůči Stall regulaci,
- nepotřebnost silných brzd pro úplné zastavení,
- jednoduchý start rotoru,

- snížení zatížení rotorových listů při rychlosti vyšší než nominální,

Nevýhody:

- nutné použití složitější a dražší hlavy vrtule, která umožňuje natáčení listů.

1.1.4.2 Regulace Stall

Listy rotoru jsou upevněné na hlavě s pevným úhlem. Listy jsou dimenzovány tak, aby při silném proudění vzduchu na straně listů odvrácené od větru vytvářeli turbulence. Při tomto způsobu dochází k odtržení proudu a tím ke snížení vztahové síly pohánějící rotor.

Výhody:

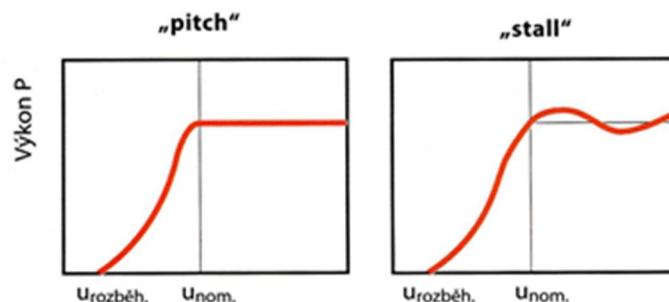
- jednodušší konstrukce,
- vysoká spolehlivost regulace výkonu,
- nenáročná údržba

Nevýhody:

- klesání výkonu vrtule při vysokých rychlostech a následně snížení účinnosti,
- vznik vibrací při odtržení proudu a jejich vliv na konstrukci větrné elektrárny,

1.1.4.3 Regulace aktivní Stall

Tato regulace je obdobná, jako regulace Pitch. Rozdíl je pouze ve fázi udržování nominálního výkonu. Oproti regulaci Pitch se úhel nastavení listů nezvyšuje, ale naopak snižuje.[18]



Obr. 9 Charakteristické výkonové křivky při regulaci výkonu „Pitch“ a „Stall“ [3]

1.1.4.4 Kategorie větrných elektráren

Dělení větrných elektráren je podmíněno výkonem, který je odebrán proudícímu vzduchu rotorem turbíny. Tento výkon je závislý na velikosti a průměru vrtule, který určí plochu kružnice opsané. Podle toho se dělí na malé, střední a velké větrné elektrárny.

Velikost výkonu odebranému vzduchu určíme podle vzorce:

$$P_s = \frac{1}{2} \cdot c_p \cdot S \cdot \rho \cdot u^3 \quad (1)$$

kde:

- c_p - součinitel výkonu
- ρ – hustota vzduchu
- u – rychlost větru
- S – plocha kružnice opsané

1.1.4.4.1 Malé větrné elektrárny

Mezi malé větrné elektrárny patří turbíny s výkonem do 60 kW a s průměrem vrtulí do 16 m. Nejčastěji se používají malé s výkonem 2 až 2,5 kW, u nichž je průměr vrtulí 0,5 až 3 m. Jsou určeny k dobíjení baterií, k napájení komunikačních systémů, radiových a televizních přijímačů a dalších spotřebičů. Malé větrné elektrárny se také používají na námořních jachtách jako zdroj energie pro radiostanice, navigační systémy, atd. Malé větrné elektrárny s výkonem od 2,5 do 10 kW a s průměrem vrtulí od 3 do 8 m se používají nejčastěji pro vytápění domů, ohřev vody a pohon motorů. Výstavba a provoz těchto malých VTE, sloužících pro výrobu energie a provoz rodinných domů či malých hospodářských provozů je však nerentabilní. Důvodem může být však připojení v oblasti bez možnosti připojení do sítě a to za podmínek, že se jedná o oblast, kde je rychlost větru větší než $4,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ve výšce 10 m.

1.1.4.4.2 Střední a velké elektrárny

Dříve se rozlišovalo dělení větrných elektráren pouze na malé a velké. S vývojem a výrobou stále větších vrtulí se mezi malé a velké větrné elektrárny přidala kategorie středních elektráren s výkonem od 60 do 750 kW a s průměrem vrtulí od 16 do 45 m. Velké elektrárny mají nominální výkon turbíny od 750 do 6400 kW a průměr vrtulí od 45 do 128 m. Největší větrné elektrárny s výkonem nad 3000 kW jsou konstruovány pro umístění na moři.[3]

Tab. 2 Dělení VTE dle výkonu [3]

Větrné elektrárny								
Malé			Střední			Velké		
Průměr vrtule [m]	Plocha vrtule [m ²]	Výkon do [kW]	Průměr vrtule [m]	Plocha vrtule [m ²]	Výkon do [kW]	Průměr vrtule [m]	Plocha vrtule [m ²]	Výkon do [kW]
≤ 8	≤ 50	10	16,1–22	200,1–400	130	45,1–64	1600,1–3200	1500
8,1–11	50,1–100	25	22,1–32	400,1–800	310	64,1–90	3200,1–6400	3100
11,1–16	100,1–200	60	32,1–45	800,1–1600	750	90,1–128	6400,1–12800	6400

1.1.5 Vliv VTE na životní prostředí

Skutečným vlivem VTE na životní prostředí se zabývá studie EIA o posouzení vlivu na životní prostředí dle zákona č. 100/2001 sb. Nedostatkem této studie je skutečnost, že zkoumá vždy individuální vliv jedné stavby a ne souhrnný účinek všech elektráren v oblasti.

1.1.5.1 Hlučnost

Negativní postoj veřejnosti k budování VTE byla hlučnost dříve vyráběných strojů. V současné době se vyrábí stroje, jejichž hlučnost je poměrně nízká. Rovněž výstavba VTE je umístována v dostatečné vzdálenosti od zastavěných území. Součástí dokumentace pro stavební povolení bývá hluková studie, jejíž hodnoty musí splňovat hygienické předpisy. U starších výroben lze provést speciální měření, které dokáže změřit jak slyšitelný zvuk, tak i infrazvuk. Na základě těchto měření lze následně provést opatření k minimalizaci hluku. Hodnota infrazvuku, který produkují současné zdroje, je hluboko pod limitní hodnotou hygienické normy.[12] Aerodynamický hluk vzniká vzájemnou interakcí proudícího vzduchu a listů rotoru. Následně dochází k uvolňování vzduchových vírů za hranou listů. Snižování tohoto hluku je dáno konstrukčními úpravami, výrobou modernější konstrukce listů vrtule, nebo možností více variant typů rotorů. Cenou za snížení hlukové emise je ale snížení výkonu generátoru. [21]

1.1.5.2 Stroboskopický efekt

Stroboskopický efekt je vrhání pohyblivých stínů v době, kdy je slunce těsně nad obzorem. Vzhledem k větší vzdálenosti výstavby VTE od obydlí, nemá tento efekt žádný negativní vliv.

1.1.5.3 Rušení zvěře

Rušení zvěře je předmětem řady diskuzí. Není prokázán žádný negativní vliv VTE na ovce, krávy, či divokou zvěř pasoucí se v těsné blízkosti VTE. Za mlhy a tmy dochází ke kolizím ptáků a netopýrů s rotory VTE. Ve srovnání s úmrtím ptactva na drátech elektrického vedení, kolizích s letadly, prosklenými budovami, či auty, je počet úmrtí ptactva a netopýrů v souvislosti s VTE zanedbatelný. Při plánování výstavby VTE by se neměla vybírat lokalita v místě migračního tahu.

1.2 Ostatní obnovitelné zdroje v ČR

Na území ČR se využívají obnovitelné zdroje ve formě energie ze slunce, vody, větru, biomasy a bioplynu, v malé míře také z geotermální energie.

1.2.1 Energie vody

V ČR se řadí mezi obnovitelné zdroje malé vodní elektrárny (MVE) pouze vodní elektrárny s výkonem do 10 MW. Vodní elektrárny s vyšším výkonem než 10 MW se dle metodiky EU mezi obnovitelné zdroje energie neřadí. Tyto velké vodní elektrárny se však význačně podílejí jako doplňující zdroj výroby elektrické energie. Většina je součástí tzv. Vltavské kaskády, jejíž provoz je plně automatický a dálkově řízený z centrálního dispečinku ve Štěchovicích. Vzhledem k jejich schopnosti rychlého najetí na vysoký výkon se využívají k regulaci a vyrovnání okamžité bilance v odběrových špičkách v elektrizační soustavě ČR. K tomuto účelu se používají především přečerpávací elektrárny.

V současné době a v podmínkách ČR již není možná další stavba velkých vodních elektráren. Z hlediska ekonomického je tato oblast výroby elektrické energie nejvýhodnější v oblastech s prudkými toky a velkými spády. V ČR však nejsou dostatečné přírodní podmínky pro další masivní provozování velkých vodních elektráren. Vodní toky nemají dostatečné množství vody ani potřebný spád. To vše má vliv na celkový podíl energie vody na celkové výrobě elektřiny, který je v ČR 3 – 4 %. Záleží také na tom, zda je rok deštivý či suchý. Celkový podíl MVE na tomto objemu je méně než 1/2 z tohoto podílu. Předpoklad vzrůstu produkce výroby elektřiny z MVE zhruba z 1000 GWh na 1260 GWh do roku 2020.

Technicky využitelný potenciál toků, využitelný v MVE, je odhadován na 1,4 mld. kWh/rok. Dnes se využívají asi dvě třetiny tohoto potenciálu.

Na území ČR existuje ještě velké množství lokalit, které jsou vhodné k výstavbě MVE. Tyto lokality jsou většinou na místech, kde již jednou MVE byly historicky vybudovány, ale zanikly, nebo kde byl v minulosti mlýn, či pila. Výstavba MVE na úplně novém místě je velice vzácná, je finančně náročná, celému procesu předchází velké množství administrativních úkonů, žádostí a povolení, biologického hodnocení, např. od ochránců přírody. Dále s sebou výstavba nové MVE nese potřebu opravy a výstavby nových, či zničených jezů, úprava náhonů a přivaděčů, odvodních kanálů, výstavba rybích přechodů. Náklady jsou však velice vysoké a návratnost investic je zhruba 12-15 let, mnohdy i více. [13]

1.2.2 Energie ze Slunce

Sluneční výkon, je výkon, který přesahuje 40 bilionkrát teoretickou hodnotu spotřeby energie pro celé lidstvo. Lidé dokáží využít jen nepatrné množství tohoto slunečního výkonu. Přímé využití této energie je nejšetrnějším a zároveň nejčistším způsobem výroby elektrické energie z hlediska životního prostředí. Tento způsob výroby elektřiny se využívá ve více jak 100 zemích světa.

Způsob získání elektřiny ze sluneční energie může být přímo nebo nepřímo. Přímý způsob přeměny využívá jevu, při kterém se v určité látce vlivem působení světla uvolňují elektrony. Tento jev se nazývá fotovoltaický. Nepřímo se podílí na výrobě elektrické energie přeměnou energie větru, vody a biopaliva.

1.2.2.1 Fotovoltaické články

Fotovoltaické (solární) články využívají při výrobě elektrické energie fotovoltaického jevu. Solární článek je vyráběn z polovodičových materiálů, které využívají svůj PN přechod. Obvykle se pro výrobu solárních článků používá tenká křemíková destička (zhruba 85% celkové výroby solárních článků). Články se řadí sériově, nebo sérioparalelně a jsou hermeticky uzavřeny v kompaktním krycím materiálu. Jako celek tak tvoří solární panel. Jeden článek má rozměry zpravidla 10 x 10 cm, nebo 20 x 20 cm. Panely, které jsou složeny z těchto článků, dosahují výkonů od 10 do 315 W.

Fotovoltaické elektrárny (dále jen „FVE“) se instalují od malých výkonů (řádově kilowatty) až po velké výkony v desítkách megawatt. FVE může být připojena do distribuční sítě, nebo může být provozována jako tzv. „ostrovní provoz“, jehož podmínkou je galvanické oddělení od sítě. Nevýhodou ostrovního provozu je, že se na něj nevztahuje žádná podpora

OZE. FVE, které nejsou v ostrovním provozu dodávají buď veškerou vyrobenou elektřinu do sítě, nebo část spotřebovávají a dodávají pouze přebytky. 1x ročně si výrobci vybírají formu podpory jako zelený bonus či povinný výkup.

Energetická účinnost u křemíkových solárních článků 14 – 17 %. Ekonomická návratnost vynaložených nákladů na vybudování FVE je cca 8 let. Životnost panelů je dlouhá, výrobci udávají více jak 30 let, reálná předpokládaná životnost je minimálně 20 let. Vzhledem k vysokým výkupním cenám v letech 2007-2010, jsou FVE nejrozšířenějším obnovitelným zdrojem na území ČR.[3]

1.2.2.2 Solární - termické články

Na rozdíl od fotovoltaických článků se solární termické články (kolektory) neuvžívají k výrobě elektrické energie, ale k ohřevu teplé užitkové vody nebo pro přitápění objektů. Tyto kolektory přemění sluneční energii pomocí absorberu na tepelnou. Tepelná energie je pak pomocí kapaliny, nebo vzduchu odváděna potrubím k dalšímu využití pro ohřev vody či přitápění.

Maximální účinnost udávaná výrobcem je u běžných kolektorů 75-80%. Reálná účinnost je ovlivněna aktuálními klimatickými podmínkami, mezi které patří intenzita slunečního záření, venkovní teplota, sklon kolektorů a sluneční osvit, atd. V podmínkách střední Evropy se jako reálná hodnota uvažuje průměrně 50-60% roční spotřeby, která je pokryta ohřevem ze solárního systému. V letních měsících je to téměř 100%, v zimních 10%. Vzhledem k těmto klimatickým podmínkám je nutné mít další doplňkový zdroj pro ohřev vody a vytápění pro použití v zimních měsících.[19]

1.2.3 Geotermální energie

Teplo, které je získáváno ze středu země je základem tzv. geotermální energie. Nemá tedy původ ve slunečním záření tak jako většina obnovitelných zdrojů. Nejčastějším a zároveň nejstarším způsobem je využití termálních pramenů. Voda, která je ohřívána teplem ze středu Země, vytéká nebo je dopravena hlubinnými vrty na povrch. Tato geotermální energie se pak využívá buď ve formě tepla, nebo se přímo pro výrobu elektrické energie zpracovává v geotermálních elektrárnách (teplárnách). V prvním případě je teplá voda ochlazená k dalšímu použití (např. jako zdroj pitné vody – Děčín), získané teplo je určeno např. pro teplárny.

Rozdělení geotermálních zdrojů:

- hydrotermální,
- teplé suché horniny,
- geotlaké,
- magmatické.

Ve světě se již přes 100 let používají především hydrotermální zdroje. V ČR se geotermální energie z hlubinných vrtů využívá jen minimálně. Důvodem je ekonomická náročnost stavby geotermálních elektráren vzhledem k nevhodným geologickým podmínkám na území ČR.[3]

1.2.4 Biomasa

Biomasa je další dobře využitelný zdroj energie. Pro tento účel je využívána nejčastěji organická látka v různých chemických podobách, jako dobrý obnovitelný zdroj energie. V dnešní době je biomasa v kapalné formě, využívána především jako pohonná hmota v dopravě, čímž představuje alternativu pohonným hmotám využívajících energii ropy. Dnešní doprava využívá ropu, a proto se bude v budoucnosti hledat náhrada.

Biomasa má tři základní formy:

- biomasa pevná,
- biomasa plynná,
- biomasa kapalná.

1.2.5 Biopaliva

Biopaliva jsou produkty získané pomocí procesů úpravy biomasy. Tyto úpravy můžeme rozlišovat na mechanické, chemické. Mezi mechanické patří štípání, drcení a lisování. K chemickým úpravám patří procesy termochemické, biochemické či kombinace chemicko-mechanické. Podle výstupní konzistence produktu rozlišujeme biopaliva na tuhá, kapalná a plynná. Při zpracování těchto produktů lze na výstupu získat formu tepelné energie, kterou je dále možné využít. Biopaliva lze dělit na tři části:

- biopaliva tuhá,
- biopaliva plynná,

- biopaliva kapalná.

1.2.6 Bioplynové stanice

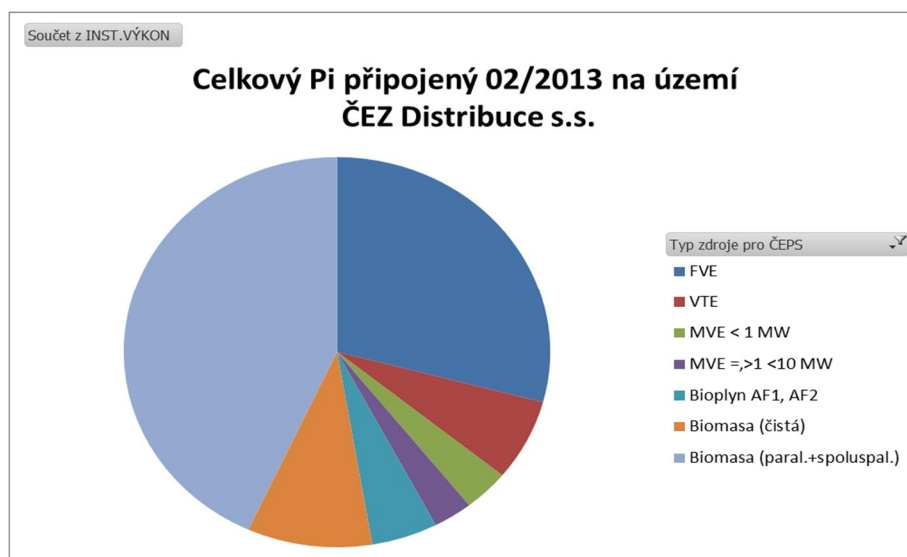
Bioplynová stanice je zařízení, kde dochází k výrobě bioplynu. Hlavní část je nazývána jako reaktor (fermentor). Ten si lze představit jako obrovskou nádrž, kde dochází k rozmělnění organické masy a následnému zahřívání na 40°C. Při tomto procesu dochází k rozkladu a současné tvorbě plynu tzv. bioplynu. Tento produkovaný plyn je odváděn pomocí plynojemu, kde je pomocí technologie čištěn a upravován. Pro výrobu elektrické energie je přímo spalován, kde dochází k vedlejšímu efektu výroby tepelné energie. V kogenerační části, složené ze spalovacího motoru s elektrickým generátorem, dochází ke spalování plynu. Toto vzniklé teplo z chlazení motoru je využíváno k vytápění budov či obytných zařízení.

1.3 Analýza připojených OZE k DSO

Tato analýza představuje aktuální stav připojených OZE mimo výroben v ostrovním provozu a výroben vnořených v LDS v rámci PDS ČEZ Distribuce, a.s. k 1.2. 2013.

Tab. 3 Připojené zdroje k 02/2013 k PDS [9]

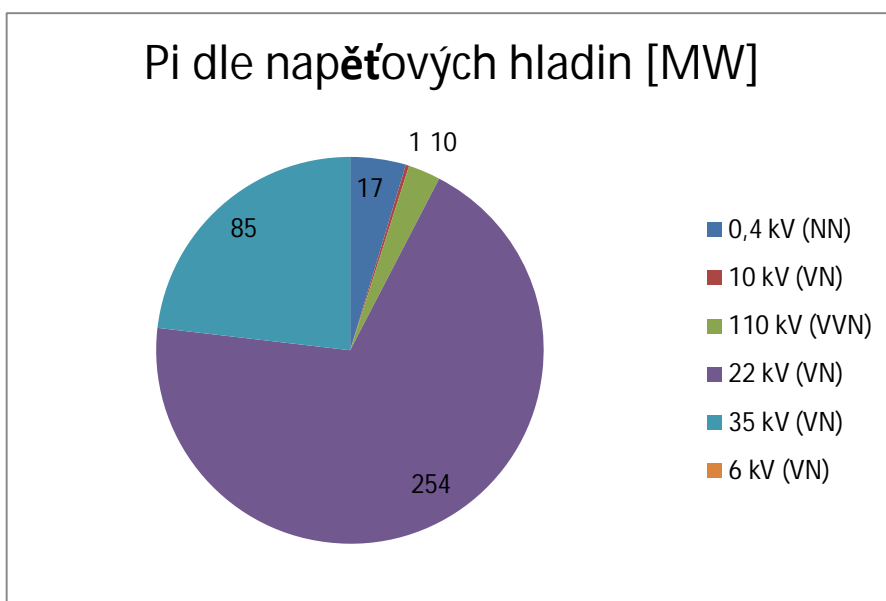
Připojené OZE dle kategorie	
Typ zdroje	Celkem
FVE	1011,459103
VTE	233,6447
MVE < 1 MW	120,65472
MVE =,>1 <10 MW	103,443
Bioplyn	173,627
Biomasa (čistá)	329,06
Biomasa (paral.+spoluspal.)	1497,869
Celkový součet	6725,458283



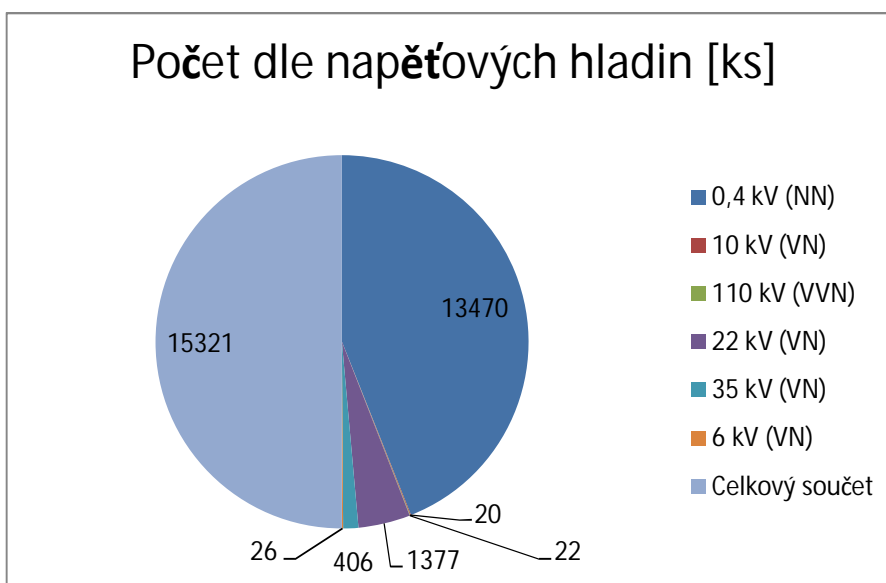
Obr. 10 graf instalované OZE dle kategorií [9]

Tab. 4 Připojené zdroje dle napěťových hladin do 02/2013 [9]

Celkem dle napěťových hladin [MW]					
Napěťové hladiny	Počet Pi dle NH	FVE	MVE	VTE	Celkem ks
0,4 kV (NN)	17	12620	823	10	13470
10 kV (VN)	1	15	4		20
110 kV (VVN)	10	4	5	3	22
22 kV (VN)	254	884	182	57	1377
35 kV (VN)	85	237	83	1	406
6 kV (VN)		20	6		26
Celkový součet	367	13780	1103	71	15321



Obr. 11: Pi připojených OZE dle napěťových hladin (DSO) [9]



Obr. 12: Počet ks připojených OZE dle napěťových hladin (DSO) [9]

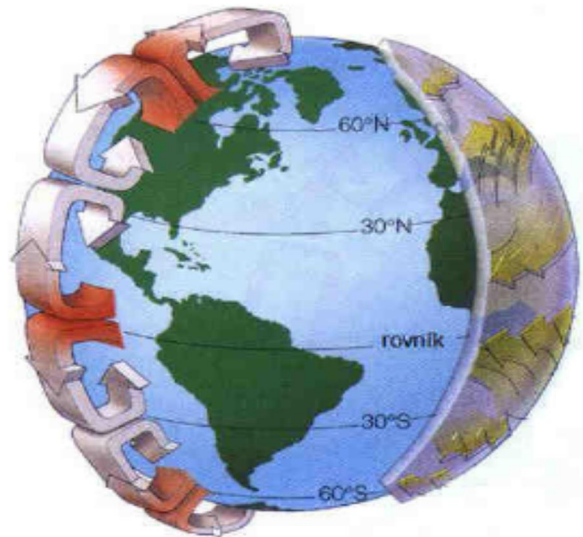
2 Zhodnocení větrného potenciálu ČR

Na tvorbu koncepcí a plánování v oblasti energetické politiky v ČR má vliv řada faktorů. Mezi ně patří přírodní podmínky, technické možnosti připojení, ekologické vlivy na životní prostředí, ale také společenské a politické vlivy. Přírodní podmínky představují tzv. větrný potenciál, který je využitelný pro větrnou energetiku.

2.1 Co je to vítr?

Pro stanovení větrného potenciálu, pro všechny výpočty, měření a grafické znázornění ve větrných mapách vycházíme ze základního přírodního jevu. Pohyb vzduchu, který je způsobený rozdíly tlaku vzduchu, se nazývá vítr. Tyto rozdíly jsou způsobeny rozdílem teplot a hustoty vzduchu. Na velikosti těchto rozdílů závisí proudění vzduchu z míst vyššího tlaku vzduchu do míst nižšího tlaku vzduchu. [1]

Povrch země je rozmanitý, Slunce zahřívá Zemi nerovnoměrně a některé části se tak zahřívají rychleji a jiné pomaleji. Nad rovníkem stoupá teplý vzduch vzhůru a na jeho místo přichází ve směru poledníků blízko povrchu Země studený vzduch od pólů, který se vrací zpět k pólům v horních vrstvách atmosféry. Samotná atmosféra se ohřívá od zemského povrchu více než od Slunce. V atmosféře vznikají tlakové níže a výše, které mají rozdílnou teplotu a fyzikální vlastnosti. Z tlakové výše do tlakové níže proudí vzduch vždy při zemi. V horní troposféře se tento vzduch po svém ochlazení vrací zpět do tlakové výše.



Coriolisova síla, která vzniká vlivem **Obr. 13 Znázornění směru větru v atmosféře [25]** otáčení země, způsobuje vychýlení směru větru vanoucího z tlakové výše do tlakové níže. Na jižní polokouli se tato síla vychyluje směrem doleva, na severní se vychyluje směrem doprava.

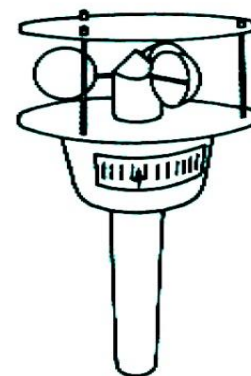
Čím větší je rozdíl tlaku, tím silnější je vítr. V tlakové níži se vítr mění rychleji než v tlakové výši, která je ovlivněna pozvolnými sestupnými proudy. Pro předběžné odhady

rychlosti a proudění větru se používají tzv. synoptické mapy. Místa, se stejným atmosférickým tlakem (přepočteným na hladinu moře) jsou spojena čarami, které se nazývají izobary. Čím hustěji jsou izobary kresleny u sebe, tím silnější vítr bude v té oblasti.

Pro odhad větru ve volné přírodě se používá jednoduché pravidlo: Pokud na severní polokouli stojíme zády k větru, máme nižší tlak vlevo před námi a vyšší vpravo za námi. Toto pravidlo se nazývá Buys Ballotův zákon.[22]

2.2 Měření větru

Rychlost vzduchu, měřená vůči zemi se nazývá rychlost větru. Měřením směru a rychlosti větru se zabývá obor meteorologie a měření probíhá v meteorologických stanicích. K měření používají přístroje miskové anemometry (měřící od rychlosti 1 až 2 m/s), ultrazvukové anemometry, nebo rychloměry, které jsou citlivé na náhlé změny rychlosti větru. Společně



s měřením rychlosti a směru větru se provádí měření barometrického tlaku, vodních srážek, slunečního záření a dalších klimatických faktorů. Měření je prováděno ve výšce 10 m nad zemským povrchem. Tato výška je používána jako dohodnutý standard měření větru. Pro stanovení rychlosti větru ve větších výškách se provádí přepočet- viz kapitola 3.2.

Měření větru se provádí buď nepřetržitě, nebo v synoptických termínech na celém světě současně. Rychlost větru se uvádí obvykle v metrech za sekundu (m/s), popřípadě v kilometrech za hodinu (km/h) nebo uzlech (kt). ($1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$, nebo 1,852 uzlu).

Směr větru se uvádí v desítkách stupňů azimutu a udává směr, odkud vítr vane. Celkem se uvádí 36 směrů větru, přičemž údaj 00 udává bezvětří. Měření směru větru se provádí větrnou směrovku, která bývá součástí rychloměru. Někdy se pro hrubé posouzení směru větru používá také větrný pytel. Například v blízkosti letiště.[1] V jachtingu využívají závodníci tzv. špiony a frklíky, které jsou umístěné na plachtě a ukazují změnu směru větru.

Pro vyjadřování síly (rychlosti) větru se používá Beaufortova stupnice, která slouží k odhadu rychlosti větru bez použití přístrojů, tj. podle účinku větrů na různé objekty. Stupnice rozlišuje 12 stupňů intenzity větru.[4] [16]

2.3 Větrný potenciál

„Teoretickým výchozím parametrem pro hodnocení potenciálu větrné energie v určitém bodě je hustota výkonu větru, což je výkon, který by bylo možno získat stoprocentním využitím kinetické energie větru proudícího jednotkovou plochou kolmou na směr proudění. Zásadní význam při výpočtu má rychlost větru díky váze ve třetí mocnině. Rychlost větru musí být určena ve výšce osy rotoru, k čemuž se většinou využívá předpoklad logaritmického tvaru rychlostního profilu. Samozřejmě, že při výpočtech hustoty výkonu větru musí být zohledněn úbytek hustoty vzduchu se vzrůstající nadmořskou výškou. S postupem času se ustálily následující pojmy pro potenciál větrné energie.“ [3]

2.4 Hodnocení větrného potenciálu

K stanovení potenciálu větrné energie a k jeho hodnocení musíme stanovit, o jaký potenciál se jedná. Rozlišujeme 3 druhy potenciálu větrné energie:

- klimatologický potenciál,
- technický potenciál,
- realizovatelný potenciál.

2.4.1 Klimatologický potenciál

Klimatologický potenciál je hodnota, která udává celkové množství energie, které je možné z větru získat za určitých podmínek. Tyto podmínky musí být předem definovány. Tato hodnota je teoretická, nejsou v ní zahrnuty reálné možnosti pro připojení větrné elektrárny z hlediska technického, ani omezení vyplývající z platné legislativy.

2.4.2 Technický potenciál

Technický potenciál na rozdíl od klimatologického potenciálu v sobě zohledňuje jak technické možnosti, tak legislativní omezení. Tato hodnota je také teoretická, využití celkové hodnoty technického potenciálu je nereálné.

2.4.3 Realizovatelný potenciál

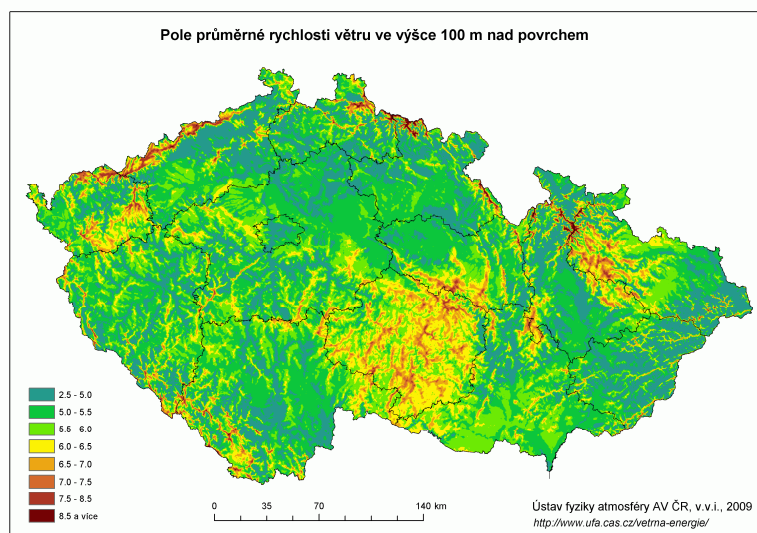
Při stanovení skutečné hodnoty realizovatelného potenciálu, se vychází z technického potenciálu. Na snížení hodnoty potenciálu mají vliv jak technické a legislativní podmínky, tak

politické a sociální aspekty a další okolnosti. Všechny tyto vlivy se nedají vyjádřit kvantitativně, hodnota realizovatelného potenciálu může být stanovena pouze odhadem.

Jednotlivé odhady realizovatelného potenciálu se dělí podle okresů a krajů. Toto členění slouží jako podklad pro stanovení energetické politiky v jednotlivých územních oblastech, pro predikci možných zvýšených nároků na kapacitu sítě, ale také jako podklad k určování územních plánů.[16]

2.5 Větrné mapy

Přírodní podmínky, které představuje realizovatelný potenciál pro každou územní oblast, jsou zakresleny v tzv. větrných mapách. Větrné mapy představují grafický výstup výpočtů parametrů větru, grafické znázornění oblastí vhodných, méně vhodných, či nevhodných pro výstavbu větrných elektráren. Historicky byly větrné mapy tvořené převážně pro výšku 10m. Ve větrné mapě vydané Útvarem fyziky atmosféry akademie věd ČR z roku 2009 jsou zaznamenány oblasti polí rychlosti větru ve výšce 100 m nad povrchem. Tato výška odpovídá výšce osy rotoru dnes běžně stavěných větrných elektráren.



Obr. 15 Větrná mapa [16]

2.5.1 Metody určení pole průměrné rychlosti

Pro výpočet pole rychlosti větru se využívají matematicko- fyzikální modely. Tyto modely se liší ve způsobu řešení, tedy matematicky, nebo statisticky. Podkladem jsou meteorologická měření a účelová měření rychlosti a směru větru.

Úspěšnost metod měření se zvyšuje s kvalitou měření a hustotou osazení měřících zařízení- měřících stanic. Vhodné je umístění měřících stanic na vrcholech, rovině či planině. Nevhodné je umístění v údolích a kotlinách.[23]

2.5.1.1 Metoda VAS

Model VAS (větrný atlas) je statistický model, který byl vyvinut v letech 1993-1994 v Ústavu fyziky atmosféry AV ČR. Tato metoda vychází ze systému MEZOMA. Principem je využití trojrozměrné interpolace průměrných hodnot (rychlosti větru a dalších parametrů). Ke správnému statistickému zpracování dle této metody je potřeba velké množství vstupních dat, které předpokládají značnou hustotu osazení meteorologických stanic. K objektivnímu zpracování naměřených dat se využívají i méně vhodné stanice, nebo nekvalitní či nereprezentativní stanice. Metoda neumí zohlednit místní podmínky v okolí stanice a cílového bodu, je určena pouze pro zpracování a vyhodnocení rychlosti větru vzhledem k nadmořské výšce.

2.5.1.2 Metoda WAsP

Model WAsP se používá pro výpočet zásob větrné energie v jednotlivých lokalitách. Model byl vytvořen v Dánsku, institutem RISO. Výpočtový program představuje model proudění větru ve spodní vrstvě atmosféry. Skládá se z dílčích modelů, které zpracovávají různé účinky zemského povrchu na větrná pole. Tato metoda dokáže vyloučit negativní vlivy měření dané rozdílným umístěním měřících stanic. Na rozdíl od metody VAP dokáže zohlednit místní podmínky v okolí stanice a měřícího bodu. Model dokáže vypočítat i ztráty ve výrobě elektrické energie, které jsou způsobeny vzájemným stíněním větrných elektráren. Metoda má i svoje negativa, použití tohoto modelu může být nepřesné a problematické, pokud je velký rozdíl v nadmořské výšce mezi měřící stanicí a měřeným bodem.

2.5.1.3 Hybridní model VAS/WAsP

Tento model je kombinací model VAP a WAsP. Model využívá předností modelu VAS - využití trojrozměrné interpolace hodnot z měřících stanic do cílového bodu a modelu WAsP – zohlednění a vyhodnocení vlivu místních podmínek v okolí měřící stanice a cílového bodu.

2.5.1.4 Model PIAP

Model PIAP je dynamický model vyvinutý v Ústavu fyziky atmosféry AV ČR Tento model je zaměřen na hodnocení proudění větru v mezní vrstvě atmosféry. Výhodou oproti předchozím modelům je dokonalejší fyzikální popis, nevýhodou větší náročnost na výpočet.[16]

3 Způsob a postup připojení VTE do DS, dopady po novelizaci zákona OZE

Při stanovení technického způsobu připojení vychází provozovatel distribuční soustavy (dále jen „PDS“), z Pravidel provozování distribuční soustavy (dále jen „PPDS“), které jsou vydávány všemi PDS jako podpůrná legislativa k energetickému zákonu (dále jen „EZ“) a vyhláškám. PPDS jsou odsouhlaseny Ministerstvem obchodu a průmyslu (dále jen „MOP“), energetickým regulačním úřadem (dále jen „ERU“) a jednotlivými PDS. V oddíle 3.8 PPDS „Požadavky na výrobce elektřiny“ jsou specifikovány požadavky na stávající i budoucí výrobce elektřiny včetně LDS s vnořenými výrobny.

Při posuzování žádostí o připojení výrobní na jakékoliv napěťové hladině, vychází distributor z Přílohy č. 4 PPDS – „Pravidla pro paralelní provoz zdrojů ze sítí provozovatele distribuční soustavy“. Tento dokument vydávají jednotliví PDS a schvaluje jej ERÚ. Ustanovení těchto pravidel jsou závazná jak pro PDS, tak pro výrobce elektřiny nebo provozovatele lokálních distribučních soustav (dále jen „PLDS“), které mají vnořené výrobní. Jsou podkladem pro plánování, stanovení technického řešení připojení výrobní, jejího zařízení, provozu či úpravy a rekonstrukce na napěťových hladinách nn, vn a vvn.

„PDS vydává za účelem zajištění rovného přístupu účastníků trhu s elektřinou k zařízení distribuční soustavy Obecné podmínky připojení k distribuční soustavě (dále jen „OPPDS“) podle EZ a souvisejících příslušných právních předpisů a technických norem.

OPPDS jsou součástí Smlouvy o připojení (dále jen „SoP“) a Smlouvy o uzavření budoucí smlouvy – Smlouvy o připojení zařízení k distribuční soustavě (dále jen „SoBS“). OPPDS jsou k dispozici na webové stránce místně příslušného PDS a na kontaktních místech místně příslušného PDS.“ [2]

3.1 Proces vyřízení všech povolení ze strany výrobce

Výstavbě VTE předchází několik let tvrdé práce, vyřizování povolení, provádění místních šetření, zpracování studií, změna územního plánu, stavební povolení, atd. V jednotlivých bodech jsou stručně popsány jednotlivé kroky, které musí výrobce absolvovat.

- výběr lokality - provádí se z několika hledisek:
 - průměrná roční rychlost větru min. 6 m/s, drsnost terénu (les, pahorky),
 - minimální vzdálenost od trvale obydlených domů musí být minimálně 800 m,
 - dostupnost připojení k distribuční síti (vzdálenost od vedení 22 kV, 110 kV, rozvodny – důležité pro velikost větrného parku, tj. instalovaného výkonu),
 - studie NATURA 2000, CHKO, ÚSES, přírodní parky, letiště apod.

Časová náročnost těchto šetření je cca 1 až 2 roky

- souhlas obce s výstavbou - plánování výstavby VTE podléhá schválení obce, v jejíž katastrálním území by se měla nová VTE vybudovat. Po vydání souhlasného stanoviska s výstavbou VTE obecním zastupitelstvem, následuje ve většině případů uzavření Smlouvy o spolupráci s příslušnou obcí,
- změna územního plánu a zahájení územního řízení - po vydání souhlasu obce se stavbou, uzavření Smlouvy o spolupráci a provedení studie NATURA 2000 a dalších místních šetření, které prokazují vhodnost lokality pro výstavbu VTE se podává žádost na změnu územního plánu,
- proces EIA- hlavním cílem studie je určení vlivu výstavby VTE na jiný projekt, životní prostředí a obyvatele. Proces trvá od zahájení několik let, oznámení musí být podáno na MŽP,

- prověření a úprava příjezdových komunikací k větrnému parku, tj. od státní hranice až na místo stavby (souhlas s průjezdem měst – úpravy křižovatek a kruhových objezdů, zatáček, průřezy stromů) včetně povolení,
- stavební řízení - se zahajuje po územním řízení s nabytou právní mocí. Zpracování projektové dokumentace pro stavební povolení a zahájení stavebního řízení trvá zhruba 0,5 – 1 rok než je vydáno stavebního povolení.

Vlastní zahájení stavby již není časově náročné, trvá zhruba od 5 do 12 měsíců podle počtu VTE v projektu. Předchází zhruba 5 - 7leté povolovací řízení viz výše vyjmenované body.

3.2 Výpočet výkonu větrné elektrárny

Po provedení měření větru a v průběhu provádění ostatních šetření, je nutno stanovit parametry a výkon VTE, která by se měla v zájmovém území vybudovat. V kapitole 2.2. je popsán způsob měření větru, který se provádí ve výšce 10 m nad zemským povrchem. Tato výška je standardem pro měření, pro zjištění rychlosti ve vyšších výškách se výpočet provádí podle vzorce:

$$\frac{v_h}{v_0} = \frac{(h)^n}{(h_0)^n} \quad (2)$$

kde:

- v_0 – naměřená rychlost větru ve výšce kde se provádí měření (m/s)
- v_h – vypočtená rychlost větru (m/s)
- h_0 – výška ve které se provádí měření (m)
- h – výška umístění rotoru (m)
- n – exponent závisící na drsnosti povrchu (interval od 0 – 1), hodnoty pro vodní hladinu 0,14 a pro zástavbu 0,48

Na základě předchozích šetření a měření je nutno při řešení záměru připojení větrné elektrárny stanovení výkonu větrné elektrárny. Orientační výpočet elektrického výkonu je podle vzorce:

$$P = k \cdot D^2 \cdot v^3 \quad (3)$$

kde:

- D - délka lopatky v m
- v - rychlost větru v m/s
- k - koeficient závislý především na typu větrné turbíny a její účinnosti (0,2 až 0,5)

Podrobnější výpočet el. výkonu určíme ze vzorce:

$$P_e = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \rho \cdot \eta_c \cdot r^2 \cdot v^3 \quad (4)$$

kde:

- P_e - el. výkon ve W
- π - 3,1415927 (Ludolfovo číslo)
- ρ - hustota vzduchu (pohybuje se v rozmezí mezi 1,0 – 1,3 kg/m³)
- η_c - celková účinnost soustavy
- r - poloměr rotoru v m
- v - rychlost proudu vzduchu před rotorem v m/s

Celková účinnost soustavy se vypočítá ze vzorce:

$$\eta_c = \eta_r \cdot \eta_{pr} \cdot \eta_g \cdot \eta_i \quad (5)$$

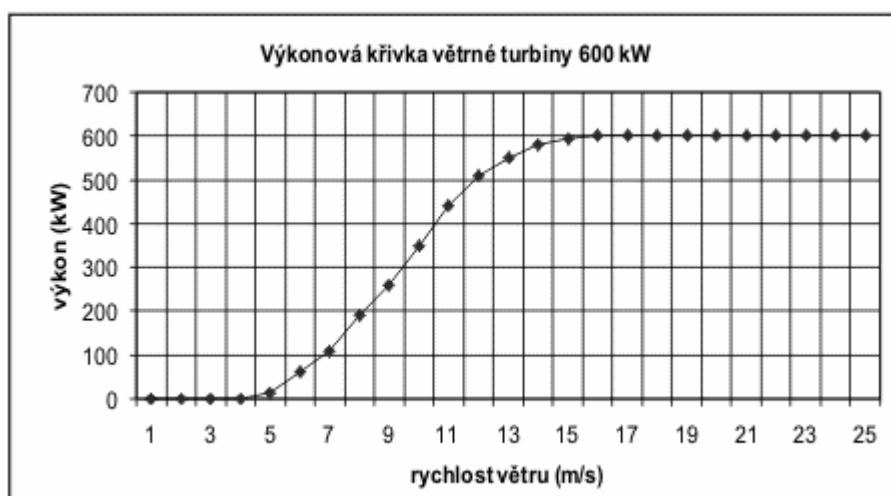
kde:

- η_r - účinnost rotoru (u třílistého rotoru cca 0,47)
- η_{pr} - účinnost převodové skříně (orientačně 0,97)
- η_g - účinnost generátoru (u asynchronního stroje cca 0,94)
- η_i - ostatní účinnosti vyjadřující ztráty až po výstup z větrné elektrárny (cca 0,95)

Dosazením vznikne vzorec:

$$P_e = 0,639 \cdot \rho \cdot r^2 \cdot v^3 \quad (6)$$

Tento vztah lze brát jako orientační pro stanovení elektrického výkonu. Pro přesný výpočet není uvažována pouze rychlost proudu vzduchu před rotorem, ale také v rovině rotoru. Při stanovení účinnosti rotoru se uvažují geometrické parametry a charakteristiky rotoru a přesné účinnosti všech ostatních částí VTE. Každý výrobce udává výkonové charakteristiky dané velikostí větrné elektrárny, které udávají závislost skutečného okamžitého výkonu na rychlosti větru. Vzor výkonové charakteristiky znázorňuje další obrázek.[14]



Obr. 16 Výkonová charakteristika větrné elektrárny s výkonem 600 kW [14]

3.3 Požadované dokumenty k žádosti o připojení výroby

„Žadatel o připojení k distribuční soustavě musí v první řadě kompletně vyplnit formulář, vydané příslušným distributorem, i s přílohami, stanovenými vyhláškou 81/2010 Sb. O podmínkách připojení k elektrizační soustavě, kterou se mění vyhláška č. 51/2006 Sb. O podmínkách připojení k elektrizační soustavě. V případě požadavku o připojení výroby se jedná o formulář „Žádost o připojení výroby k DS“ a „Dotazník pro vlastní výrobu“ [Příloha č.2]. Formuláře musí obsahovat všechny náležitosti, které jsou uvedené v příloze č. 1 k vyhlášce č. 51/2006 Sb. [Příloha č.1]

Nedoloží-li žadatel o připojení veškeré potřebné doklady k předepsaným formulářům, a pokud jsou tyto doklady nezbytné pro posouzení žádosti o připojení, je žadatel o připojení vyzván PDS do 15 dnů od obdržení žádosti k doplnění poskytnutých údajů a k tomuto doplnění je žadateli stanovena přiměřená lhůta. V případě, že žadatel nedoplní potřebné údaje v termínu stanoveném PDS, nebude předmětná žádost posuzována a bude vyřazena.“ [2]

Podání žádosti o připojení VTE podává výrobce ve chvíli, kdy má povolenou změnu územního plánu. Paradoxem je, že tomu předchází období 2-3 let provádění místních šetření, zpracování studie EIA, atd. a výrobce v tu chvíli ani neví, zda obdrží od PDS souhlasné stanovisko s výstavbou VTE.

3.4 Technické posouzení žádosti o připojení VTE

Povolení připojení VTE do sítě se řeší podle napěťové hladiny, způsobu připojení, velikosti požadovaného rezervovaného a instalovaného výkonu. Připojení VTE do sítě se posuzuje s ohledem na přenosovou kapacitu sítě, zkratový výkon, impedanci sítě (charakter již připojených odběrů a výroben), zpětné vlivy na síť. Přenosová kapacita sítě je dána konfigurací sítě, technickými parametry sítě (délky, typy a průřezy vedení). Způsob a místo připojení výrobní stanovy PDS.

3.4.1 Pravidla pro modelování chodu sítí VN při posuzování připojitelnosti výroben v rámci DSO

Pro výpočet se používá aktualizovaná verze programu E-vlivy 2.5.13. Technik využívá pro výpočet zdroje dat jako: sestava připojených a povolených výroben, grafický informační systém (dále jen „GIS“).

Posouzení žádosti o připojení výrobní na volnou distribuční kapacitu na úrovni transformace 110kV/vn je možné použít dle PPDS – základem pro stanovení mezního (tzn. maximálního) připojitelného výkonu v dané oblasti je vzorec:

$$P_{MEZ} = (\sum P_{i(N-1)} \cdot k_{TR} + P_{BILANCE}) \cdot k_E \quad (7)$$

kde:

- $\sum P_{i(N-1)}$ - je součet instalovaných výkonů transformátorů 110 kV/vn v řešené oblasti s vyloučením stroje o největším výkonu (kriterium N-1). V případě transformoven s jedním transformátorem uvažovat 50% P_i transformátoru, není-li stanoveno PDS jinak (např. základě výpočtu chodu sítě),
- k_{TR} - redukční koeficient zohledňující optimální zatížení transformátoru (pokud není zdůvodněna jiná hodnota, volí se $k_{TR}=0,9$),
- $P_{BILANCE}$ - výkonová bilance oblasti (Je to hodnota naměřená během letního měření obvykle 5.7. ve 13:00 hodin. Tato hodnota v sobě obsahuje odběr v

oblasti snížený o velikost výroby na všech zdrojích připojených v oblasti – klasických i OZE). PDS je oprávněn uvedenou naměřenou hodnotu korigovat o hodnoty výkonů zdrojů, které v době měření byly mimo provoz,

- k_E - redukční koeficient zohledňující drobnou rozptýlenou výrobu. Pokud není zdůvodněna jiná hodnota, volí se $k_E = 0,9$; $k_E = 1$ – použije se tehdy, vychází-li výpočet z úplné evidence všech zdrojů. V tomto případě se nevytváří žádná rezerva pro připojování rozptýlené výroby, a tudíž do uzavřené oblasti nelze připojit již žádný zdroj. Umožňuje vytvoření výkonové rezervy pro zdroje, jejichž připojení do oblasti bude povolováno i v době, kdy oblast bude bez volné přenosové kapacity.

Volná přenosová kapacita v transformační vazbě PS/DS se pak určí ze vztahu:

$$P_{\text{VOLNÁ KAPACITA}} = P_{\text{MEZ}} - P_{\text{AKTIVNÍ}} \quad (8)$$

kde :

- $P_{\text{VOLNÁ KAPACITA}}$ - volná kapacita, kterou chceme vypočítat,
- P_{MEZ} - mezní (tzn. maximální) připojitelný výkon v dané oblasti,
- $P_{\text{AKTIVNÍ}}$ - součet instalovaných výkonů zdrojů, které již byly v dané oblasti PDS odsouhlaseny, ale dosud nebyly uvedeny do provozu, nebo byly uvedeny do provozu po termínu letního měření využitého pro výpočet P_{BILANCE} .

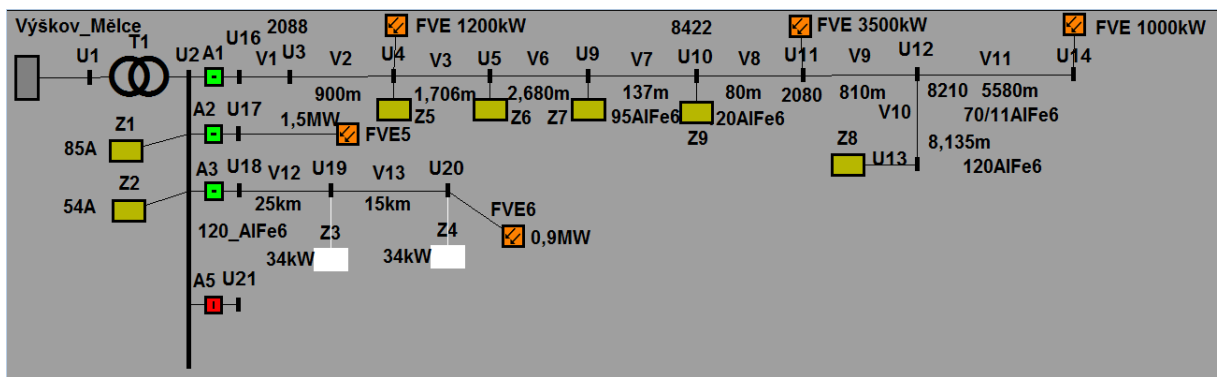
Pro modelaci jsou uvedena následující pravidla:

- modeluje se jen jeden distribuční transformátor (dále jen „DTR“) 110/vn, pokud jsou osazeny dva, tak ten s nižší hodnotou P_{inst} , pokud nejsou stejného výkonu připojené na jednu přípojnicí v napájecím uzlu,
- zkratový výkon v napájecím uzlu se zadává z hodnot vypočtených v minimálních hodnotách,
- napětí na vn straně napájecího uzlu se zadává – provozní,
- zátěže se zadávají z letního minima připojené do sítě na posuzovaném vývodu - pokud možno zátěž rozložit po vedení podobně jako ve skutečnosti (zhoršuje úbytek napětí). Pokud toto nelze, nutno modelovat přímo na přípojnicí vn napájecího uzlu,
- u ostatních vývodů se modeluje zátěž na přípojnicí vn napájecího uzlu,
- v napájecím uzlu 110/vn se musí zadávat hodnota poměru činného odporu a reaktance,

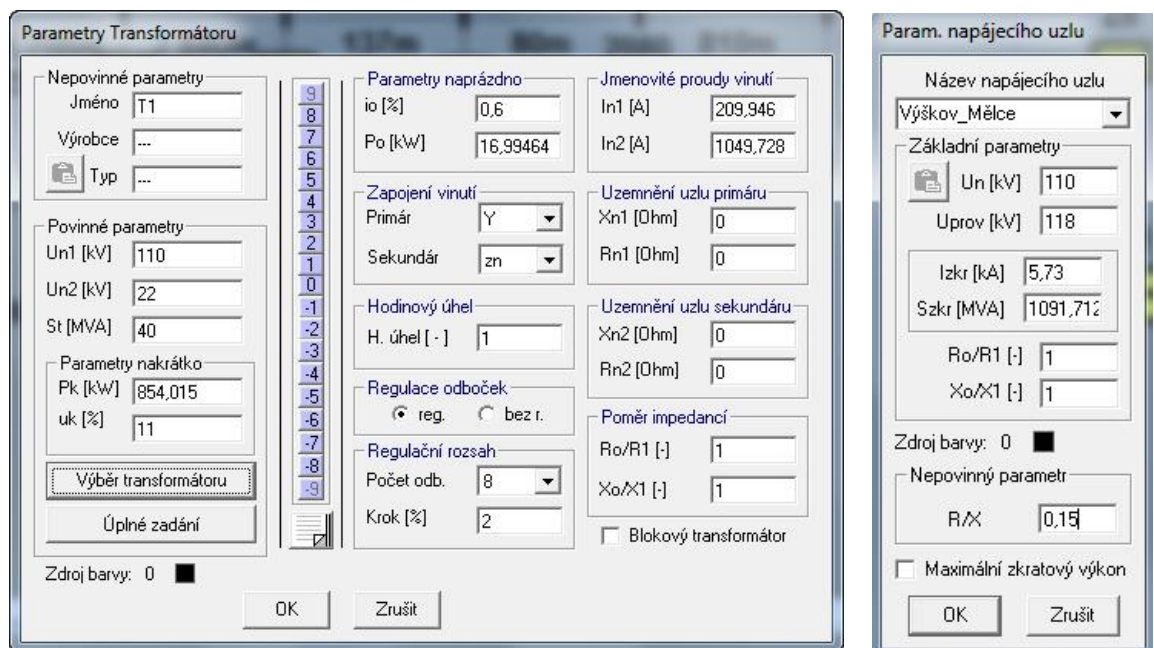
kteřá podstatně ovlivňuje úbytek napětí,

- výkon zadávaný do výpočtu a do žádostí v kW je vždy instalovaný výkon zdroje a účinník $\cos \phi$ 1,
- pokud by připojení výrobní na posuzovaném vývodu mělo za následek změnu napětí mimo povolenou toleranci 2% na jiném vývodu – uzavírá se pouze tento vývod, ne napájecí uzel (celá oblast z napájené TR) nebo se omezí připojovaný výkon výrobní, pokud to bude možné.

Na následujícím obrázku je vidět, jakým způsobem se modeluje síť v programu E-vlivy. V zobrazení je zakreslen vývod z rozvodny, jednotlivé uzly a v nich připojené impedance (představující zátěž – připojené odběry), stávající připojené zdroje.[9]



Obr. 17 Modelování sítě pro výpočet v programu E-vlivy [9]



Obr. 18 Zadání parametrů jednotlivých prvků [9]

V případě, že je v zájmové oblasti více připojených zdrojů na napájecím vývodu z rozvodny, je dle požadavku PDS nutné zpracovat Studii připojitelnosti – viz kap. 3.4.5.

3.4.2 Zvýšení napětí

Zvýšení napětí vyvolané připojením výroby do sítě, musí být v předepsaných mezích dle napěťové hladiny. Rozdíl hodnot napětí před a po připojení výroby nesmí být u napěťové hladiny vn, vvn větší než 2%.

Zjednodušené posouzení pomocí výpočtu zkratového poměru výkonu lze použít v případě, že je v síti vn jen jedno přípojné místo.

$$k_{k1} = \frac{S_{kV}}{\Sigma S_{Amax}} \quad (9)$$

kde:

- k_{k1} – zkratový poměr výkonů
- S_{kV} - zkratový výkon v přípojném bodu
- ΣS_{Amax} - součet maximálních zdánlivých výkonů všech připojených/plánovaných výroben.

Pokud je v síti jediné předací místo, podmínka pro zvýšení napětí bude dodržena, pokud zkratový poměr výkonů výroby s předacím místem v síti vn bude :

$$k_{k1} \geq 50 \quad (10)$$

3.4.3 Zpětné vlivy na síť

Posuzování připojení výroben z pohledu vlivu na síť vychází z parametrů, které musí PDS dodržet vzhledem k platné legislativě a svým odběratelům. U výroben se zpětné vlivy vlastních výroben na síť projevují zejména jako změny napětí, harmonické a vliv na HDO. Tyto vlivy je nutné omezit, aby neměly vliv na zařízení dalších odběratelů a zařízení PDS. [7]

3.4.3.1 Změny napětí

Pro správný chod distribuční sítě je nutné, aby hodnoty napětí zůstaly v předepsaných tolerančních mezích stanovených pro společný napájecí bod. Změna napětí na hladině vn, vvn

nesmí být větší než 2%. Při posuzování závisí také na četnosti jejich výskytu Míra vjemu flikru P_{fl} je měřítkem a kritériem pro posuzování změn napětí.

3.4.3.1.1 Flikr

Rychlé kolísání napětí v síti se projevuje jako tzv. flikr, což je subjektivní vjem změny světelného toku způsobený kmitáním napětí. Při posuzování připojení výroben do sítí DS, je nutné dodržet dlouhodobou míru flikru P_{fl} v požadované mezní hodnotě dle napěťové hladiny nn, vn ve společném napájecím bodě $P_{fl} \leq 0,46$. Pro hladinu vvn je mezní hodnota $P_{fl} \leq 0,37$.

3.4.3.2 Proudý harmonických

U zařízení se střídači, nebo měniči frekvence dochází ke vzniku harmonických proudů. Ve zprávě o typové zkoušce těchto zařízení, musí výrobce udat hodnoty harmonických proudů emitovaných těmito zařízeními.

Hodnoty přípustných vztažných proudů pro jednotlivé liché harmonické jsou uvedeny kapitole 11.2 přílohy 4 PPDS. V případě, že jsou hodnoty přípustných proudů překročeny, provádí se výpočet napětí v síti dané skutečnou impedancí sítě. V případě, že vypočtená napětí harmonických jsou vyšší než výše uvedené meze, je nutné provést opatření k omezení :

- použití filtrů harmonických
- změna místa připojení do místa s nižší impedancí sítě (vyšším zkratovým výkonem).

Měření proudů harmonických a meziharmonických se musí provádět podle ČSN EN 61000-4-7 ed.2.

3.4.3.3 Ovlivňování signálu HDO

K provozování signálu hromadného dálkového ovládní (dále jen „HDO“) se používají frekvence v intervalu mezi 183,3 až 283,3 Hz.

Zařízení HDO mohou negativně ovlivňovat především výrobní a zařízení s kompenzací účinníku. V těchto případech je posuzován vliv výrobní na vysílače HDO. PDS poskytne informace o jeho zatížení. Při hodnotách blízkých maximálnímu zatížení, je nutné provést opatření.

Pro frekvence 183 – 283,3 Hz platí následující minimální úrovně signálu HDO:

nn 150% U_f , vn 190% U_f , 110 kV 200% U_f ,

U_f - náběhové napětí přijímače (obvykle bývá v rozmezí 0,8 – 0,9 % U_n)

VTE s instalovaným výkonem větším než 1MW, připojované do sítí vn, musí být vybaveny hradicím členem, který slouží ke snížení negativního vlivu generátoru na signál HDO. Hradicím členem nemusí obecně výrobce vybavit výrobnou do instalovaného výkonu 400kW. V rozmezí instalovaného výkonu 400kW až 1000kW žádá výrobce o vyjádření ke konkrétnímu budoucímu připojení místního distributora. Jako podklad pro toto vyjádření slouží posouzení specializované firmy, která na základě znalosti místních poměrů provede výpočet, z něhož vzejde doporučení buď hradicím člen instalovat, nebo konstatování, že v dané oblasti jeho nasazení nutné není.

3.4.4 Způsoby připojení VTE do sítě

Na základě podaných žádostí musí technik stanovit nejvhodnější místo připojení výrobní k DS – tzv. předací místo. Personál PDS musí mít kdykoliv přístup k předacímu místu, které musí být vybaveno oddělovací funkcí.

Způsob připojení je stanoven podle napěťové hladiny, požadované hodnoty rezervovaného výkonu či příkonu, druhu a způsobu provozu výrobní, s ohledem na síťové poměry v dané lokalitě.

Na provoz VTE lze použít zjednodušená schémata připojení k DS. Důvodem pro použití těchto schémat je, že na provoz VTE není vázána výrobní technologie, odpadá tedy požadavek na zvýšenou zabezpečení připojení k DS. Musí být ale splněny požadavky na bezpečný provoz DS (selektivita ochran, provoz s OZ).

Tato diplomová práce je zaměřená na připojení VTE do sítě na hladině vn, vvn. Přehled schémat připojení VTE do sítě v příloze 3.

3.4.5 Studie připojitelnosti

Žadatel o připojení výrobní nechává na vyžádání PDS zpracovat studii připojitelnosti (dále jen studii), která musí obsahovat technické posouzení možného připojení výrobní. Toto

posouzení je zpracováno s ohledem na napěťové poměry v posuzovaných uzlech sítě, na zatížitelnost sítě a na dodržení parametrů zpětných vlivů na DS (zpracováno v kapitole 3.4.3) Provozovatel DS doporučí žadateli vhodné zpracovatele studie připojitelnosti.

„Náklady na zpracování studie hradí jejímu zpracovateli žadatel. Podklady pro tvorbu studie připojitelnosti zpravidla obsahují:

- a) zkratový výkon vvn nebo vn v napájecí rozvodně nebo místě, od kterého bude vliv počítán,
- b) stávající a výhledové hodnoty zatížení v soustavě,
- c) související zdroje připojené k DS v předmětné části DS,
- d) platné požadavky na připojení zdrojů k DS v předmětné části DS,
- e) parametry transformátoru vvn/vn,
- f) stávající a výhledový stav HDO,
- g) parametry vedení k místu připojení – délka, typ, průřez,
- h) možné provozní stavy (základní zapojení + zapojení při náhradních dodávkách),
- i) zjednodušený mapový podklad.“[7]

Pro posuzování připojitelnosti při zpracování studie je nutné vycházet z postupů, které jsou uvedené v části 10 a 11 přílohy č. 4 PPDS, aby bylo dosaženo co nejnižšího zpětného ovlivnění DS provozem výroby. Při výpočtech jsou posuzovány nejen provozní stavy, které definuje PDS, ale také případné přetoky do vyšších napěťových hladin. Dle požadavku PDS, jsou výpočty chodu sítě prováděny s ohledem na maxima a minima výroby v letních a zimních měsících.

PDS může požadovat doplnění či rozšíření studie, zároveň si může vyžádat kopie dokladů, které byly podkladem výpočtů při zpracování studie. V případě, že by tyto doklady doloženy nebyly, nemusí PDS s touto studií souhlasit.

3.4.6 Projektová dokumentace

Před připojením výroby musí být doložena PDS projektová dokumentace (dále jen „PD“) k odsouhlasení.

Základní podklady:

- „realizaci požadavků PDS dle vyjádření (bod č.4.3.2. Příloha č. 4 PPDS),
- délky, typy a průřezy vedení mezi výrobnou a místem připojení k DS, parametry použitých transformátorů,
- situační řešení připojení výrobní k DS,
- typy, parametry a navržené hodnoty nastavení elektrických ochran výrobní souvisejících s DS,
- parametry a provedení řízení činného a jalového výkonu (pokud je požadováno podle části 9 Příloha č. 4 PPDS),
- parametry a provedení zařízení pro snížení útlumu signálu HDO, pokud vypočtené nebo naměřené hodnoty přesahují limity povolené PPDS nebo technickými normami.
- návrh provedení fakturačního měření a jeho umístění,
- potřebné údaje k rozhraní pro dálkové ovládání, měření a signalizaci pro vazbu na řídicí systém DS (bylo-li požadováno),
- zařazení vyhrazeného elektrického technického zařízení do tříd a skupin podle vyhlášky č. 73/2010 Sb.,
- popis funkcí ochran a automatik zdroje majících vazbu na provoz DS.“[7]

PDS se vyjádří k PD ve lhůtě 30 dnů. V případě splnění všech podmínek dle TPP, vydá souhlasné vyjádření k PD. V opačném případě vyzve žadatele k doplnění či přepracování PD.

3.5 Legislativní posouzení platnosti rezervace

„Pro vyřízení jednotlivých žádostí o připojení k distribuční soustavě je PDS, jakožto regulovaný subjekt vázán termíny, stanovenými ve vyhlášce 81/2010 Sb. Tyto termíny nemusí být dodrženy (ani podmínka připojení k DS), jsou-li dány důvody, stanovené EZ, pro které nelze zařízení žadatele k DS připojit (připojení brání prokazatelný nedostatek kapacity v distribuční nebo přenosové soustavě). Jinak platí, že PDS do 30 dnů od podání úplné Žádosti o připojení k distribuční soustavě k připojení do napěťové hladiny nn vyhotoví a zašle návrh SoP (SoBS) s technickými podmínkami připojení (dále jen „TPP“). U žádostí o připojení k distribuční soustavě z napěťové hladiny vysokého a velmi vysokého napětí je PDS vázán 60 denním termínem do kdy musí žadateli zaslat návrh SOP (SoBS) s TPP. Tato lhůta u žádosti o

připojení k napěťové hladině vysokého a velmi vysokého napětí platí za předpokladu podání úplné žádosti o připojení k DS a v případě, není-li PDS požadováno předložit studii připojitelnosti.“[2]

Pro závaznou rezervaci výkonu nebo příkonu musí žadatel vrátit zpět podepsaný návrh SoP (SoBS) s TPP v termínech stanovených ve vyhlášce 81/2010 a uhradit zálohu za podíl na oprávněných nákladech do 15 dnů ode dne uzavření SoP (SoBS) s TPP. V případě nesplnění těchto podmínek rezervace výkonu či příkonu zaniká.

3.6 Požadavky na výroby

Pro připojení výroben je nutné splnit základní technické požadavky a to začlenění do dispečerského řízení a připojení do paralelního provozu s DS. Technické požadavky jsou podrobněji popsány níže. Proces prvního paralelního připojení je detailně popsán v kapitole 3.7.

3.6.1 Dálkové řízení

Způsob dálkového řízení výroben je odlišný dle hodnoty instalovaného výkonu. Výroby s instalovaným výkonem od 30 - 100 kW musí být vybaveny odpínacím prvkem, který umožňuje dálkové odpojení výroby od DS (např. prostřednictvím HDO). Instalace HDO musí být provedena tak, aby bylo funkční i po silovém odpojení výroby od DS.

Výroby s výkonem od 100 kW jsou začleněny do systému dálkového řízení PDS k ovládání:

- řízení spínače s oddělovací funkcí (především vypnutí při kritických stavech v síti – „dálkově VYP“/ZAP),
- omezení dodávaného činného výkonu,
- řízení jalového výkonu,
- rozhraní pro přenos dat.

Informace pro řízení provozu PDS se předávají na příslušný technický dispečink PDS.

„Potřebná data a informace pro zpracování v řídicím systému PDS zpravidla jsou:

- řízení
 - vypínač (odpínač),
 - vývodový odpojovač,
 - zemní nože vývodového odpojovače,
- stavy výše uvedených zařízení,
 - zadávané hodnoty,
 - zadané napětí, účinník, jalový výkon,
 - omezení činného výkonu,
- přenosy měření,
 - činný třífázový výkon,
 - jalový třífázový výkon,
 - proud jedné fáze,
 - fázová a sdružená napětí (podle systému),
 - data potřebná pro predikci výroby (teplota, rychlost větru a osvit),
- signály ochran a výstrahy.“ [7]

3.6.2 Elektroměry, měřicí a řídicí zařízení

Umístění elektroměrů a řídicích přístrojů, které slouží k přepínání tarifů, je řešeno již v době tvorby PD. Fakturační elektroměry, které jsou majetkem PDS, musí být na veřejně přístupném místě, odsouhlaseném PDS. Umístění měřicích přístrojů je určeno dle napěťové hladiny a výkonu připojené výroby.

Elektroměr instaluje na své náklady PDS. Měřicí transformátory napětí a proudu jsou součástí zařízení výroby, vlastníkem není PDS. Přístroje musí být atestované výrobcem, musí mít požadované technické a typové parametry. Detailní informace jsou v Příloze 5 PPDS „Fakturační měření“. [6] [7]

3.6.3 Spínací zařízení

Spínací zařízení slouží ke galvanickému oddělení všech fází. Při připojení výroby k síti PDS musí být použito spínací zařízení, které umí vypínat zátěž (např. vypínač, odpínač s pojistkami a úsekový odpínač).

„Výrobce musí prokázat zkratovou odolnost celého zařízení. K tomu mu PDS udá velikost příspěvku zkratového ekvivalentního oteplovacího proudu a velikost nárazového zkratového proudu ze sítě. Způsobí-li nová výrobní zvýšení zkratového proudu v síti PDS nad hodnoty, na které je zařízení sítě dimenzováno, pak musí výrobce učinit opatření, která výši zkratového proudu z této výrobní nebo jeho vliv patřičně omezí, pokud se s PDS nedohodne jinak.“ [7]

3.6.4 Ochrany

„Opatření na ochranu vlastní výrobní (např. zkratovou ochranu, ochranu proti přetížení, ochranu před nebezpečným dotykem) je zapotřebí provést podle části 3.5.9 PPDS. Nastavení ochran ve vazbě na DS určuje PDS. Nastavení frekvenčních ochran zohledňuje kromě požadavků PDS také požadavky provozovatele přenosové soustavy.“ [7]

Spínací zařízení, viz kap. 3.6.3. se využívá jako další opatření k použitým ochranám k ochraně zařízení nejen vlastního, ale i ostatních odběratelů, které dokáže odpojit zařízení při odchylkách napětí a frekvence.

Dělení ochran:

3.6.4.1 Neselektivně vypínané výrobní jednotky

Ochrany zajišťující okamžité odpojení pro zdroje, které jsou vybavené funkcí podpory sítě. Díky této funkci, jsou tyto zdroje schopny udržet se v provozu i při v krátkodobém poklesu napětí.

Tab. 5 Nastavení centrálních ochran [7]

Funkce	Rozsah nastavení	Standardní nastavení	Časové zpoždění	Standardní nastavení
Podpětí 1.stupeň $U_{<}$	$0.70 U_n$ až $1.0 U_n$	$90 \% U_n$	$t_{U_{<}}$	0,5 s
Podpětí 2.stupeň $U_{<<}$	$0.70 U_n$ až $1.0 U_n$	$80 \% U_n$	$t_{U_{<<}}$	0,1 s
Nadpětí 1.stupeň $U_{>}$	$1.0 U_n$ až $1.2 U_n$	$110 \% U_n$	$t_{U_{>}}$	0,5 s
Nadpětí 2.stupeň $U_{>>}$	$1.0 U_n$ až $1.2 U_n$	$120 \% U_n$	$t_{U_{>>}}$	0,1 s
Podfrekvence 1.stupeň $f_{<}$	48 Hz až 50 Hz	48 Hz	$t_{f_{<}}$	0,5 s
Podfrekvence 2.stupeň $f_{<<}$	48 Hz až 50 Hz	47,5 Hz	$t_{f_{<<}}$	0,1 s
Nadfrekvence $f_{>}$	50 Hz až 52 Hz.	50,2 Hz	$t_{f_{>}}$	0,5 s

U zdrojů s fázovými proudy do 16A, platí jiné nastavení. Pro připojení VTE je však nevhodné. Hodnoty nastavení ochran vždy odsouhlasuje PDS. Hodnoty nastavení mohou být PDS přesně specifikovány s ohledem na síťové poměry v zájmovém území.

3.6.4.2 Selektivně vypínané výrobní jednotky

Použití nastavení ochran u zdrojů, které nemají funkci podpory, nedokáží se udržet v provozu při krátkodobém poklesu napětí.

Tab. 6 Nastavení rozpadového místa jednotlivých výr. jednotek[7]

Funkce	Rozsah nastavení	Doporučené nastavení ochrany	
Nadpětí 2. stupeň $U \gg$	1,00 – 1,30 U_n	1,2 U_n ¹⁾	nezpožděně
Nadpětí 1. stupeň $U >$	1,00 – 1,30 U_n	1,15 U_n ¹⁾	≤ 60 s ¹⁾
Podpětí 1. stupeň $U <$	0,10 – 1,00 U_n	0,7 U_n	0 – 2,7 s ¹⁾
Podpětí 2. stupeň $U \ll$	0,10 – 1,00 U_n	0,3 U_n (0,45 U_n) ²⁾	$\geq 0,15$ s
nadfrekvence $f >$	50 – 52 Hz	51,5 Hz (50,5 Hz) ³⁾	≤ 100 ms
podfrekvence $f <$	47,5 – 50 Hz	47,5 Hz ⁴⁾	≤ 100 ms
Jalový výkon/podpětí(Q•& U<)	0,70 – 1,00 U_n	0,85 U_n	t1 = 0,5 s

„1) Nastavení ochran a jejich časová zpoždění udává PDS v závislosti na koncepci chránění, způsobu provozu (OZ), přípojném bodě (přípojnice transformovny nebo v síti) a výkonu výrobní jednotky.

2) Tento napěťový stupeň vyvolá rychlé odpojení od sítě při blízkých zkratech. Nastavení 0,3 U_n se volí pro zdroje připojené do sítí 110 kV a napětí měřené na straně vn(odpovídá mu cca 15 % U_n v přípojném bodě. Nastavení 0,45 U_n se volí pro zdroje připojené do sítí vn a při měření napětí na straně nižšího napětí.

3) Nastavení 50,5 Hz platí, když se výrobní nepodílí na kmitočtově závislém snižování činného výkonu

4) Toto nastavení je závislé na výkonu výrobní a kmitočtově závislém přizpůsobení výkonu.

Výrobce je povinen si zajistit sám, aby spínání, kolísání napětí, krátkodobá přerušení vč. OZ nebo jiné přechodové jevy v síti PDS nevedly ke škodám na jeho zařízení. “ [7]

3.7 Uvedení výrobní do provozu – první paralelní připojení

Před uvedení výrobní do provozu musí výrobce požádat PDS o první paralelní připojení výrobní (dále je „PPP“). Součástí žádosti je doložení všech povinných podkladů. Seznam podkladů, včetně postupu je na stránkách příslušného PDS. Lhůta 30 kalendářních dnů stanovená PPDS (odstavec 12. 1.) začíná plynout po doložení všech kompletních podkladů.

„Součástí žádosti výrobce o první paralelní připojení výrobní k síti je:

- potvrzení odborné firmy realizující výstavbu výrobní, že vlastní výrobní je provedena, v souladu s podmínkami stanovenými uzavřenou smlouvou o připojení podle předpisů, norem a zásad uvedených v části 3, stejně jako podle PPDS a této přílohy,
- PDS odsouhlasená projektová dokumentace aktualizovaná podle skutečného stavu

- provedení výroby v jednom vyhotovení v rozsahu podle části 4.5 přílohy č. 4 PPDS,
- zpráva o výchozí revizi elektrického zařízení výroby elektřiny a případně dalšího elektrického zařízení nově uváděného do provozu, které souvisí s uváděnou výrobou do provozu, bez kterého nelze zahájit proces prvního paralelního připojení, a další doklady stanovené Vyhl. č. 73/2010 Sb. v případě zařazení výroby nebo její části do třídy I.,
 - protokol o nastavení ochran, pokud není součástí zprávy o výchozí revizi,
 - pro výroby s instalovaným výkonem 30 kW a výše místní provozní předpisy; pro výroby do 30 kW jsou-li vyžadovány ve smlouvě o připojení,
 - v případě obnovitelného zdroje zvolenou formu podpory,
 - u výrobce podporovaného zdroje nebo decentrální výroby, který bude žádat o podporu poprvé v roce 2013, jednoznačný identifikátor výrobního zdroje elektřiny přidělený operátorem trhu v souladu s vyhláškou o termínech a postupech výběru formy podpory, postupech registrace podpor u operátora trhu, termínech a postupech výběrů a změn režimů zeleného bonusu na elektřinu a termínu nabídnutí elektřiny povinně vykupujícímu.“[7]

Na základě těchto podkladů provede PDS prohlídku výrobního zařízení, jeho porovnání s projektovou dokumentací, kontrolu přístupnosti a funkce spínacího zařízení v předávacím místě, kontrolu přípravy rozvaděče měření pro osazení měřícího zařízení a kontrolu osazení, či přípravy dálkového řízení.

PDS vystaví protokol o PPP výroby, jehož formulář je v Příloze 4 PPDS. PDS zašle potvrzený protokol žadateli o PPP v termínu do 5 pracovních dnů

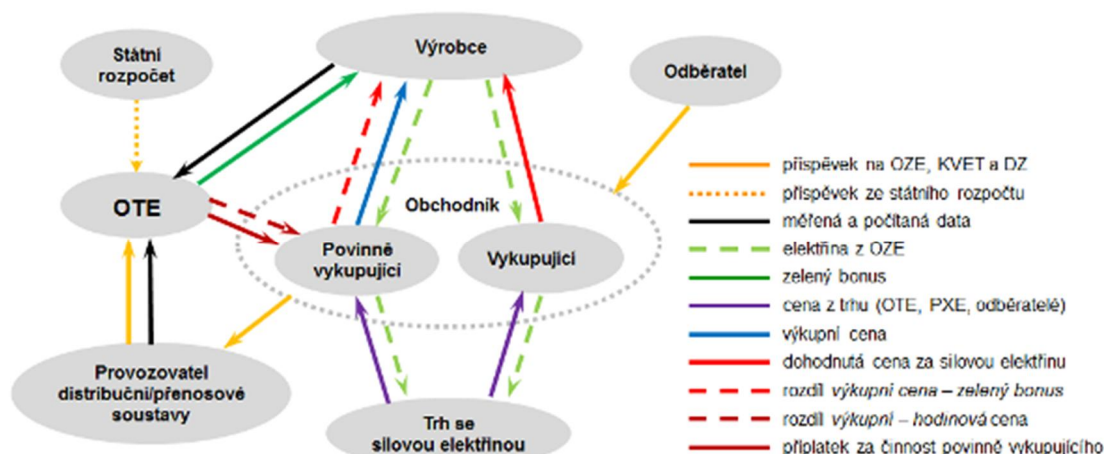
Pokud jsou splněny podmínky PPP, žadatel obdrží potvrzený protokol s kladným stanoviskem, podá žadatel žádost o dodávku do DS. V případě, že kontrola PPP nebyla úspěšná, nebyly splněny podmínky PPP, podává žadatel po splnění podmínek či odstranění nedostatků novou žádost o PPP.[7]

3.8 Dopady novelizace zákona OZE

S novelizací zákona č. 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů došlo k radikální změně výplaty podpory výroby elektřiny z OZE, kombinované výroby a druhotných zdrojů. Do 31. 12. 2012 vyplácel veškerou podporu (zelený bonus i výkupní cenu) PDS. Od 1. 1. 2013 převzal vyplácení podpory formou zelených bonusů Operátor trhu (dále jen „OTE“). Vyplácení formy podpory povinný výkup přešla na obchodníky s elektřinou.

Novinkou je zavedení tzv. hodinového zeleného bonusu. Jedná se o novou variantu podpory, určenou pro zdroje od 100 kW výkonu připojené do DS po 1. 1. 2013. Tyto zdroje již nemají možnost volby mezi původními formami jako povinný výkup a zelený bonus. Naopak zdroje připojené do 31. 12. 2012 mají možnost přejít na novou formu. Zelený bonus není od 1. 1. 2013 cenou, ale výplatou podpory, na kterou se nevztahuje režim DPH. Cenu za silovou elektřinu včetně DPH hradí zvolený obchodník.

Hodinový bonus nesouvisí s cenou, za jakou byla elektřina prodána, ale s cenou, jakou bylo v daný okamžik obchodováno na spotovém trhu.[24] [26]



Obr. 19 Finanční a informační toky v novém systému výplaty podpory výroby elektřiny z OZE, KVET a DZ [24]

4 Analýza účinnosti a zhodnocení efektivity výroby energie z připojené VTE

Při analýze ekonomické efektivity již připojené VTE jsem vyšla z dat poskytnutých výrobcem. Vzhledem k citlivosti těchto dat, nebude uvedeno jméno výrobce, ani místo připojení. Provedla jsem ekonomickou analýzu záměru (výstavba VTE) a porovnála ji s návrhy, ve kterých jsem měnila diskontní sazbu. Pro stanovení ekonomické efektivity se používají ekonomické ukazatele:

4.1 Ekonomické ukazatele

- **Prostá doba návratnosti T_S (roky)**

Toto ekonomické kritérium je nejjednodušší, často používané, zároveň ale nejméně vhodné. Nevýhodou tohoto kritéria je, že nezohledňuje možnost vložení peněz do jiných investičních akcí, zanedbává náklady po době návratnosti. Prostá doba návratnosti lze spočítat podle vzorce:

$$T_S = \frac{I_N}{CF} \quad (11)$$

kde:

- I_N investiční, jednorázové náklady na realizaci úspor
- CF roční peněžní toky

- **Diskontovaná doba návratnosti T_{ds} [roky]**

Obdoba prosté doby návratnosti, ve výpočtu se počítá s diskontovaným peněžním tokem. Diskontovaný peněžní tok v roce t lze spočítat podle vzorce:

$$T_{ds} = \frac{I_N}{DCF} \quad (12)$$

$$DCF = \frac{CF}{(1+r)^t} \quad (13)$$

kde:

- I_N investiční výdaje

- DCF diskontované roční peněžní toky
- r diskont
- t rok, ke kterému se DCF počítá

- **Čistá současná hodnota NPV (Net Present Value) [CZK]**

Jedním z nevhodnějších kritérií v dnešní době je čistá současná hodnota. Zahrnuje v sobě celou dobu životnosti projektu, zároveň i možnost investování do jiného projektu (stejně rizikového). NPV lze vypočítat dle vzorce:

$$NPV = \sum_0^t DCF = \sum_0^t \frac{CF}{(1+r)^t} \quad (14)$$

kde:

- DCF diskontované peněžní toky v jednotlivých letech
- t doba životnosti projektu

- **Vnitřní výnosové procento IRR (Internal Rate of Return) [%]**

Vnitřní výnosové procento (nebo-li vnitřní úroková míra) představuje trvalý roční výnos investice. Jedná se v podstatě o diskont, kdy NPV investice je rovna nule. V tomto případě IRR představuje takovou úrokovou míru, při které není posuzovaná varianta zisková ani ztrátová, aktualizuje součet rozdílů tržeb a nákladů.[28]

$$NPV = \sum_0^t DCF = \sum_0^t \frac{CF}{(1+r)^t} = 0 \quad (15)$$

$$\text{tak} \quad IRR = 0 \quad (16)$$

4.2 Ekonomická analýza a hodnocení

Investiční výdaje

Hodnoty investičních nákladů jsem pro výpočet převzala z realizační dokumentace. V projektu se neuvažuje s žádnou reinvesticí za dobu životnosti (20 let).

Provozní náklady

Hodnoty provozních nákladů jsem pro výpočet převzala z provozní dokumentace. V projektu se opět neuvažuje žádná generální oprava po dobu životnosti (20 let). Uvažovala jsem roční valorizaci nákladů +2%.

Výnosy

Do kalkulace záměru jsem použila hodnoty předpokládané výroby ze studie. Výkupní cena byla stanovena dle ERÚ, uvažovala jsem s valorizací 2%. Do kalkulace skutečnosti jsem použila průměrnou hodnotu vyrobené elektrické energie za roky 2011 a 2012.

Financování

Při volbě financování jsem vyšla ze základních faktů. Parametry úvěru byly stejné pro všechny 4 varianty, doba splatnosti úvěru byla 15 let, úroková sazba 4% a výše splátky byla pevná s klesajícím poměrem úrok/jistina.

Provedla jsem analýzu všech 4 variant financování nad podnikatelským záměrem. Jednotlivé výpočty a grafy jsou uvedeny v příloze.

- V1 (25) – podíl vlastního kapitálu na celkových investičních nákladech 25% [Příloha č 4], [Příloha č 5],
- V2 (40) – podíl vlastního kapitálu na celkových investičních nákladech 40% [Příloha č 6], [Příloha č 7],
- V3 (60) – podíl vlastního kapitálu na celkových investičních nákladech 60% [Příloha č 8], [Příloha č 9],
- V4 (80) – podíl vlastního kapitálu na celkových investičních nákladech 80% [Příloha č 10], [Příloha č 11],

Pro každou variantu jsem vypočítala závislost na diskontní sazbě. Výsledek výpočtu a graf jsou v příloze.

Pro každou variantu jsem stanovila hlavní ekonomické ukazatele (IRR, Ts, Tds, NPV) viz [Příloha č 14], [Příloha č 15],

Vybrala jsem preferovanou variantu, která při diskontní sazbě 6%, která byla stanovena investorem, dala uspokojivé ekonomické ukazatele.

4.2.1 Hodnocení provozu

Pro celkové zhodnocení provozu jsem provedla výpočet V4 s hodnotami výroby elektrické energie za roky 2011 a 2012 (průměrné hodnoty). Z výsledku vyplývá, že je výroba nižší o 6% než bylo v podnikatelském záměru. Snížení výroby mělo vliv na ekonomické ukazatele. Pro požadovanou diskontní sazbu má projekt záporné NPV a T_{ds} větší než je doba životnosti [Příloha č 12], [Příloha č 13]. Rentabilita projektu by byla pouze v případě, že by byla diskontní sazba na úrovni 4,7 %.

Projekt je na hranici rentability [Příloha č 16], [Příloha č 17]. Výnosnosti kolem 4% by bylo možné dosáhnout investováním s menším rizikem a větší likviditou (například v investičních fondech, ...)

5 Závěr

Z pohledu mnoha výrobců obnovitelných zdrojů je vyřízení povolení připojení, vybudování jakékoliv výroby, absolvování procesu prvního paralelního připojení a získání smlouvy o podpoře jakýmsi završením jejich dlouhodobé, mnohdy několikaleté tvrdé práce. Ekonomická efektivnost v elektroenergetice obnáší složité výpočty vzhledem ke zvláštnostem elektrizační soustavy.

Ekonomická efektivnost investic v oblasti elektroenergetiky musí být pečlivě propočítána. Energetika je jedno z investičně nejnáročnějších oblastí. Náklady na vybudování jsou vysoké a ekonomická životnost těchto zařízení dlouhá. Ekonomické investice jsou předurčeny již návrhem připojené výroby, jakékoliv snižování nákladů po vybudování již není možné, nebo je jen nepatrné.

Metody výpočtu musí dávat co nejpřesnější a nejjednoznačnější výsledky. Ekonomický výpočet musí být proveden ještě před započítáním realizace výstavby. Při výpočtech se vychází z předpokládané doby použití – životnosti. Důležitá je i úvaha o reálném zhodnocení finančních prostředků v energetickém odvětví, zejména nastavení makroekonomických parametrů ve výpočtu ekonomické efektivnosti. Při zvolení nesprávné diskontní sazby, a v kombinaci se způsobem financování a očekáváním investora, může být celý projekt nevýdělečný, či dokonce ztrátový.

6 Seznam použité literatury

- [1] RYCHETNÍK, Václav a Prof. Ing. Jiří PAVELKA. *Větrné motory a elektrárny*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1997, 199 s. ISBN 80-010-1563-7.
- [2] ČERVENÁ, Martina. *Aplikace energetické legislativy při stanovení způsobu připojení k distribuční soustavě*. Plzeň, 2011. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Doc. Ing. Konstantin Schejbal.
- [3] KOLEKTIV AUTORŮ. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice: Studie*. Praha: ČEZ, a.s., 2007. Dostupné z:
http://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/obnovitelne_zdoje_energie_a_moznosti_jejich_vyuziti_pro_c_r.pdf
- [4] HANSLIAN, David. ÚSTAV FYZIKY ATMOSFÉRY AV ČR. *Potenciál větrné energie v České Republice* [online]. [cit. 2013-02-13]. Dostupné z: <http://www.4-construction.com/cz/clanek/potencial-vetrne-energie-v-ceske-republice/>
- [5] Pravidla provozování distribuční soustavy. In: ČEZ Distribuce, a.s., listopad 2011. Dostupné z:
<http://www.cezdistribuce.cz/cs/energeticka-legislativa/pravidla-provozovani-ds/ppds2012.html>
- [6] Připojovací podmínky pro výrobní elektrárny pro připojení na síť ČEZ Distribuce, a.s. In: 2012. Dostupné z:
http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/technicke-informace/cezdistribuce_pripojovacipodminkyve_201206_preview7.pdf.
- [7] Příloha č. 4 PPDS Pravidla pro paralelní provoz zdrojů se sítí provozovatele distribuční soustavy. In: ČEZ Distribuce a.s., listopad 2011. Dostupné z: http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/energeticka-legislativa/ppds/2011/ppds-2011-priloha-4_def.pdf
- [8] Doplněk Příloha č. 4 PPDS Pravidla pro paralelní provoz zdrojů se sítí provozovatele distribuční soustavy. In: ČEZ Distribuce a.s., září 2012. Dostupné z: http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/energeticka-legislativa/ppds/2012/doplnek_1_ppds2012.pdf
- [9] ČEZ DISTRIBUTUCE, a.s. *Interní dokumenty, metodiky a směrnice*
- [10] Česká republika. Vyhláška ERÚ č. 81/2010 Sb. z 23.března 2010, kterou se mění vyhláška ERÚ č. 51/2006 Sb. o podmínkách připojení k elektrizační soustavě. In: ERÚ, 2010. Dostupné z:
http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/energeticka-legislativa/vyhlaskey/vyhl_eru_81-2010.pdf
- [11] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Typy obnovitelných zdrojů energie* [online]. [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/typy_oze
- [12] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Větrné elektrárny* [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/vetrne_elektrarny
- [13] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Malé vodní elektrárny* [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/male_vodni_elektrarny
- [14] SVAZ PODNIKATELŮ PRO VYUŽITÍ ENERGETICKÝCH ZDROJŮ. *Větrné elektrárny* [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <http://www.spvez.cz/pages/vitr.htm>

- [15] ČESKÁ SPOLEČNOST PRO VĚTRNOU ENERGII. *Vzdělávání* [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/cz/kategorie/vzdelavani/13>
- [16] ÚSTAV FYZIKY ATMOSFÉRY AV ČR. *ODHAD REALIZOVATELNÉHO POTENCIÁLU VĚTRNÉ ENERGIE NA ÚZEMÍ ČR* [online]. Praha, 2008 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: http://www.ufa.cas.cz/files/OMET/potencial_ufa.pdf
- [17] ENVIWEB. *Větrné elektrárny* [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/energie/79312/vetrne-elektrarny>
- [18] W.E.B VĚTRNÁ ENERGIE S.R.O. *Systémy regulace* [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: http://www.vetrna-energie.cz/energie-zivlu/vetrna-energie_9/systemy-regulace_27
- [19] PONCAROVÁ, Jana. Solární kolektory pro rodinný dům: Stačí 1 metr čtvereční na osobu. *Nazeleno.cz* [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/solarni-energie/solarni-kolektory-pro-rodinny-dum-staci-1-metr-ctvrecni-na-osobu.aspx>
- [20] Z historie využívání energie větru v českých zemích. [online]. [cit. 2013-05-02]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/pdf/cz/Z-historie-VtE-v-CR.pdf>
- [21] Větrné elektrárny. *Alternativní zdroje energie* [online]. [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: <http://www.alternativni-zdroje.cz/vetrne-elektrarny.htm>
- [22] Jak vzniká vítr. *In-pocasi.cz* [online]. [cit. 2013-02-19]. Dostupné z: <http://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/jak-vznika-vitr/>
- [23] ŠTEKL, Josef. Větrný potenciál a větrná energetika na území ČR. In: ÚSTAV FYZIKY ATMOSFÉRY ČESKÉ AKADEMIE VĚD. [online]. 2006 [cit. 2012-26-12]. Dostupné z: http://litovany.ic.cz/index_soubory/down/S4_01_06.pdf
- [24] TZB Info. BECHNÍK, PH.D., Ing. Bronislav. *Změna systému výplaty podpory obnovitelných zdrojů od 1. ledna 2013* [online]. [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/9299-zmena-systemu-vyplaty-podpory-obnovitelnych-zdroju-od-1-ledna-2013>
- [25] Větrné elektrárny. *Www.google.com: obrázky* [online]. [cit. 2013-05-02]. Dostupné z: <http://www.google.cz/search?>
- [26] Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 4/2012 ze dne 26. listopadu 2012: kterým se stanovuje podpora pro podporované zdroje energie. [online]. Praha: ERÚ. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/ERV/ERV8_2012.pdf
- [27] HABRYCHOVÁ, Ing. Andrea a Ing. Monika HORTVÍKOVÁ. [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupné z: http://www.rescompass.org/IMG/pdf/Vetrna_energie.pdf
- [28] Výpočtová pomůcka EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST INVESTIC. *Http://www.tzb-info.cz/* [online]. [cit. 2013-05-02]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2786-vypoctova-pomucka-ekonomicka-efektivnost-investic-ii>

Seznam obrázků:

Obr. 1 Větná farma [25]	1
Obr. 2 Větrný mlýn [25]	2
Obr. 3 Schéma velké větrné elektrárny [27]	4
Obr. 4 Rotor Savonius [1]	5
Obr. 5 Druhy vrtulí [1]	5
Obr. 6 Větrné kolo s větším počtem lopatek [1]	6
Obr. 7 VTE s vodorovnou osou otáčení [25]	6
Obr. 8 VTE se svislou osou otáčení [25]	6
Obr. 9 Charakteristické výkonové křivky při regulaci výkonu „Pitch“ a „Stall“ [3]	10
Obr. 10 graf instalované OZE dle kategorií [9]	18
Obr. 11: Pi připojených OZE dle napěťových hladin (DSO) [9]	19
Obr. 12: Počet ks připojených OZE dle napěťových hladin (DSO) [9]	19
Obr. 13 Znázornění směru větru v atmosféře [25]	20
Obr. 14 Miskový anemometr [1]	21
Obr. 15 Větrná mapa [16]	23
Obr. 16 Výkonová charakteristika větrné elektrárny s výkonem 600 kW [14]	29
Obr. 17 Modelování sítě pro výpočet v programu E-vlivy [9]	32
Obr. 18 Zadání parametrů jednotlivých prvků [9]	32
Obr. 19 Finanční a informační toky v novém systému výplaty podpory výroby elektřiny z OZE, KVET a DZ [24]	43

Seznam tabulek:

Tab. 1 Chod točivých strojů v generátorovém a motorickém režimu [7]	8
Tab. 2 Dělení VTE dle výkonu [3]	12
Tab. 3 Připojené zdroje k 02/2013 k PDS [9]	18
Tab. 4 Připojené zdroje dle napěťových hladin do 02/2013 [9]	19
Tab. 5 Nastavení centrálních ochran [7]	40
Tab. 6 Nastavení rozpadového místa jednotlivých vyr. jednotek [7]	41

7 Seznam příloh:

Příloha č. 1: Dokumenty k žádosti o připojení výroby	1
Příloha č. 2: Dotazník pro vlastní výrobu	2
Příloha č. 3: Schémata připojení VTE do sítě	3
Příloha č. 4: Obchodní model záměr – investice 25 %	5
Příloha č. 5: Graf - obchodní model záměr – investice 25 %	6
Příloha č. 6: Obchodní model záměr – investice 40%	7
Příloha č. 7: Graf - obchodní model záměr – investice 40%	8
Příloha č. 8: Obchodní model záměr – investice 60 %	9
Příloha č. 9: Graf - obchodní model záměr – investice 60 %	10
Příloha č. 10: Obchodní model záměr – investice 80 %	11
Příloha č. 11: Graf - obchodní model záměr – investice 80 %	12
Příloha č. 12: Obchodní model skutečnost – investice 80 %	13
Příloha č. 13: Graf - obchodní model skutečnost – investice 80 %	14
Příloha č. 14: Závislost NPV a IRR	15
Příloha č. 15: Graf závislosti NPV	16
Příloha č. 16: Obchodní model skutečnost 80% - snížena DR = 4,7%	17
Příloha č. 17: Graf - obchodní model skutečnost 80% - snížena DR = 4,7%	18

Příloha č. 1: Dokumenty k žádosti o připojení výroby

„Příloha č. 1 k vyhlášce č. 51/2006 Sb.

NÁLEŽITOSTI ŽÁDOSTI O PŘIPOJENÍ VÝROBNY ELEKTRINY K PŘENOSOVÉ SOUSTAVĚ NEBO DISTRIBUČNÍ SOUSTAVĚ**Část A - údaje o žadateli**

1. Obchodní firma (vyplňuje žadatel - podnikatel zapsaný v obchodním rejstříku).
2. Údaje o zápisu v obchodním rejstříku (vyplňuje žadatel - podnikatel zapsaný v obchodním rejstříku).
3. Název nebo jméno a příjmení (vyplňuje žadatel nezapsaný v obchodním rejstříku).
4. Datum narození (vyplňuje žadatel - fyzická osoba).
5. Sídlo v členění: stát, kraj, obec s PSČ, ulice a číslo popisné, popřípadě číslo evidenční (vyplňuje žadatel - právnická osoba).
Místo podnikání v členění: stát, kraj, obec s PSČ, ulice a číslo popisné, popřípadě číslo evidenční (vyplňuje žadatel - fyzická osoba podnikající).
6. Jméno a příjmení osoby, která je statutárním orgánem, nebo všech osob, které jsou členy statutárního orgánu (vyplňuje žadatel - právnická osoba).
7. Adresa místa pobytu v členění: stát, kraj, obec s PSČ, ulice a číslo popisné, případně číslo evidenční (vyplňuje žadatel - fyzická osoba nepodnikající).
8. Spojení - telefon, e-mail.
9. Adresa pro doručování.
10. Informace o datové schránce, pokud byla zřízena.
11. Identifikační číslo, pokud bylo přiděleno.
12. Daňové identifikační číslo, pokud bylo přiděleno.

Část B - údaje o zařízení

1. Umístění výroby elektřiny - kraj, obec, katastrální území, parcelní čísla pozemků, na nichž je výroba elektřiny situována, číslo popisné, případně číslo evidenční.
2. Druh výroby elektřiny.
3. Charakter výroby elektřiny.
4. Požadovaný termín připojení.
5. Základní údaje o výrobně elektřiny:
 - 5.1. zapojení výroby elektřiny do přenosové soustavy nebo distribuční soustavy (napětíová hladina, předpokládaná lokalita připojení, jednopólové schéma, územní varianty jednotlivých variant připojení),
 - 5.2. popis výroby elektřiny [celkový instalovaný výkon elektrárny, dosažitelný výkon elektrárny, výkon jednotlivých bloků, elektrické schéma bloků, typ bloku (uhelný, paroplynový, vodní, jiný), druh zdroje (špičkový, základní), vyrobená energie za rok, jmenovitý účinnost, odhadovaná spolehlivost bloku],
 - 5.3. popis blokového transformátoru (typ, instalovaný výkon, jmenovité napětí, napětí nakrátko, zapojení vinutí, převod, rozsah odboček, ztráty nakrátko a ztráty naprázdno, zkratová odolnost apod.),
 - 5.4. popis generátoru (typ, instalovaný výkon zdánlivý i činný, jmenovité napětí, zapojení, typ budiče, vypínač, dynamické konstanty jako jsou náhradní reaktance, časové konstanty, konstanty setrvačnosti),
6. Požadovaná spolehlivost vyvedení výkonu.

Žadatel prohlašuje a svým podpisem stvrzuje správnost a pravdivost všech uvedených údajů.

Příloha č. 2: Dotazník pro vlastní výrobu



DOTAZNÍK PRO VLASTNÍ VÝROBNU

(tento dotazník je nedílnou součástí Žádosti o připojení výroby elektřiny k DS)

NAPĚŤOVÁ HLADINA

 NN VN VVN

PROVOZOVATEL DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY (dále jen PDS)

ČEZ Distribuce, a.s. Děčín IV – Podmokly, Teplická 874/8, PSČ 405 02 | IČ 24729035 | DIČ CZ24729035 | zapsána v obchodním rejstříku vedeném Krajským soudem v Ústí nad Labem, oddíl B., vložka 2145 | licence na distribuci elektřiny č. 121015583 | registrační číslo u OTE: 715 | info@cezdistribuce.cz | www.cezdistribuce.cz | Zákaznická linka 840 840 840 |

D

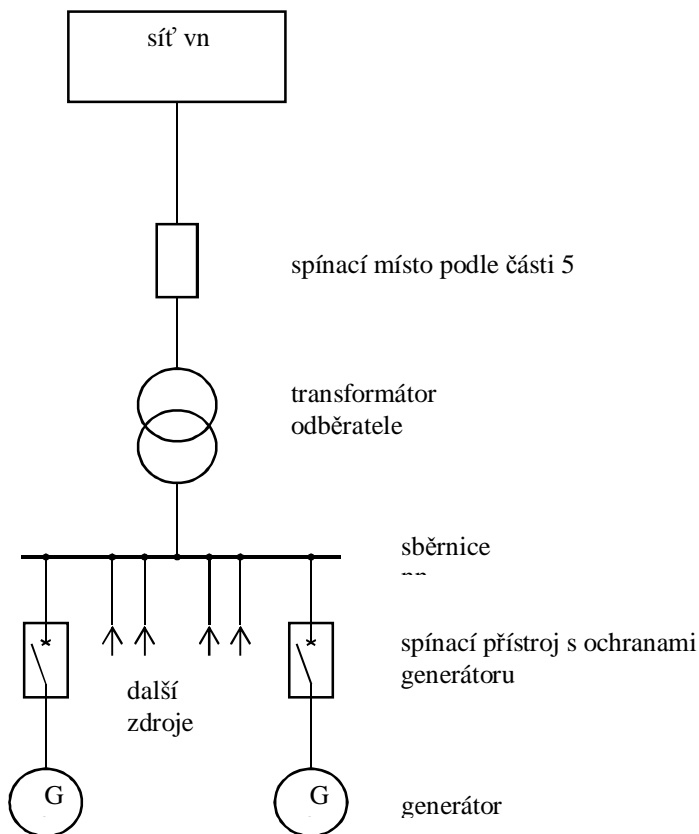
VÝROBCE ELEKTŘINY (DÁLE JEN VÝROBCE)		LICENCE NA VÝROBU ELEKTŘINY Č. 2)	REGISTRACE OTE Č. 2)
JMÉNO A PŘÍJMENÍ / OBCHODNÍ FIRMA		ZÁK. ČÍSLO 1)	
DATUM NAROZENÍ		IČ	
ADRESA MÍSTA TRVALÉHO POBYTU / SÍDLA SPOLEČNOSTI / MÍSTA PODNIKÁNÍ		DIČ CZ	
ULICE / OSADA	Č. P. / Č. O.	PSČ	
OBEC	MÍSTNÍ ČÁST		
ZAPSANÁ V OR VEDENÉM	ODDÍL	VLOŽKA Č.	
PŘEDMĚT PODNIKÁNÍ			
OSOBA OPRÁVNĚNÁ PRO TECHNICKÉ ZÁLEŽITOSTI			
JMÉNO A PŘÍJMENÍ			TITUL
TELEFON	FAX	E-MAIL	
SPECIFIKACE VÝROBNY (PŘEDÁVACÍHO MÍSTA)		ČÍSLO PŘEDÁVACÍHO MÍSTA 2)	
ULICE / OSADA	Č. P. / Č. O.	PSČ	
OBEC	MÍSTNÍ ČÁST		
KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ	Č. PARCELNÍ		
VYUŽÍVANÁ ENERGIE, TYP VÝROBNY			
<input type="checkbox"/> TEPLÁRNA	<input type="checkbox"/> BIOPLYNOVÁ	<input type="checkbox"/> DŘEVOPLYNOVÁ	<input type="checkbox"/> BIOMASA
<input type="checkbox"/> KOGENERAČNÍ	<input type="checkbox"/> NAFTOVÁ	<input type="checkbox"/> PARNÍ	<input type="checkbox"/> PAROPLYNOVÁ
<input type="checkbox"/> VODNÍ	<input type="checkbox"/> VĚTRNÁ	<input type="checkbox"/> SPALOVNA	<input type="checkbox"/> ZEMNÍ PLYN
<input type="checkbox"/> SLUNEČNÍ			
<input type="checkbox"/> JINÝ TYP VÝROBNY (upřesněte)			
GENERÁTOR			
<input type="checkbox"/> ASYNCHRONNÍ	<input type="checkbox"/> SYNCHRONNÍ	<input type="checkbox"/> SE STŘÍDAČEM	FOTOČLÁNKOVÝ SE STŘÍDAČEM A S PŘIPOJENÍM <input type="checkbox"/> 1F <input type="checkbox"/> 3F
TRANSFORMÁTOR		ZPŮSOB PROVOZU	
POČET		OSTROVNÍ PROVOZ	<input type="checkbox"/> ANO <input type="checkbox"/> NE
JMENOVITÝ VÝKON S_n	kVA	NAPĚTÍ NAKRÁTKO U_k	%
JMENOVITÉ NAPĚTÍ U_n	kV	JMENOVITÉ NAPĚTÍ U_{nn}	kV
ZTRÁTY NAPRAZDNO P_0	kW	ZTRÁTY NAKRÁTKO P_k	kW
		ODBĚR ENERGIE Z DS V PŘÍPADĚ VÝPADKU ZDROJE	<input type="checkbox"/> ANO <input type="checkbox"/> NE
		DODÁVKA VEŠKERÉ ENERGIE DO SÍTĚ	<input type="checkbox"/> ANO <input type="checkbox"/> NE
		DODÁVKA PŘEBYTKŮ DO SÍTĚ	<input type="checkbox"/> ANO <input type="checkbox"/> NE
TECHNICKÉ ÚDAJE JEDNOHO ZAŘÍZENÍ			
VÝROBCE	TYP ZAŘÍZENÍ	POČET STEJNÝCH FÁZÍ	
ČINNÝ VÝKON P	kW	JMENOVITÝ ÚČINNÍK $\cos \varphi_n$	
ZDÁNĹIVÝ VÝKON S	kVA	ROZBĚHOVÝ PROUD I_s	A
JMENOVITÉ NAPĚTÍ U	V	PŘÍSPĚVEK VLASTNÍHO ZDROJE KE ZKRATOVÉMU PROUDU	kA
JMENOVITÝ PROUD I	A	ZKRATOVÁ ODOLNOST ZAŘÍZENÍ	kA
POUZE U VĚTRNÝCH ELEKTRÁREN		POUZE U STŘÍDAČŮ	
ŠPIČKOVÝ VÝKON S_{max}	kVA	ŘÍDÍCÍ FREKVENCE	<input type="checkbox"/> SÍŤOVÁ <input type="checkbox"/> VLASTNÍ
FÁZOVÝ ÚHEL GENERÁTORU ψ	°	SCHOPNOST OSTROVNÍHO PROVOZU	<input type="checkbox"/> ANO <input type="checkbox"/> NE
MĚRNÝ ČINITEL FLIKRU C_{max}		POČET PULSŮ <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 12 <input type="checkbox"/> 24	<input type="checkbox"/> MODULACE ŠÍŘKOU PULSU
		PROUDY HARMONICKÉ DLE ČSN 33 3430-1	<input type="checkbox"/> ANO <input type="checkbox"/> NE
KOMPENZACE	<input type="checkbox"/> ANO	VÝKON	kVar <input type="checkbox"/> NE
PŘÍRAŽENO JEDNOTLIVÉ ZAŘÍZENÍ	<input type="checkbox"/> ANO		<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> SPOLEČNĚ
ŘÍZENÉ	<input type="checkbox"/> ANO		<input type="checkbox"/> NE
S PŘEDŘÁZENOU TLUMIVKOU	<input type="checkbox"/> ANO	S	% <input type="checkbox"/> NE
S HRADICÍM OBVODEM	<input type="checkbox"/> ANO	PRO	Hz <input type="checkbox"/> NE
SE SACÍMI OBVODY	<input type="checkbox"/> ANO	PRO N =	<input type="checkbox"/> NE

Příloha č. 3: Schémata připojení VTE do sítě

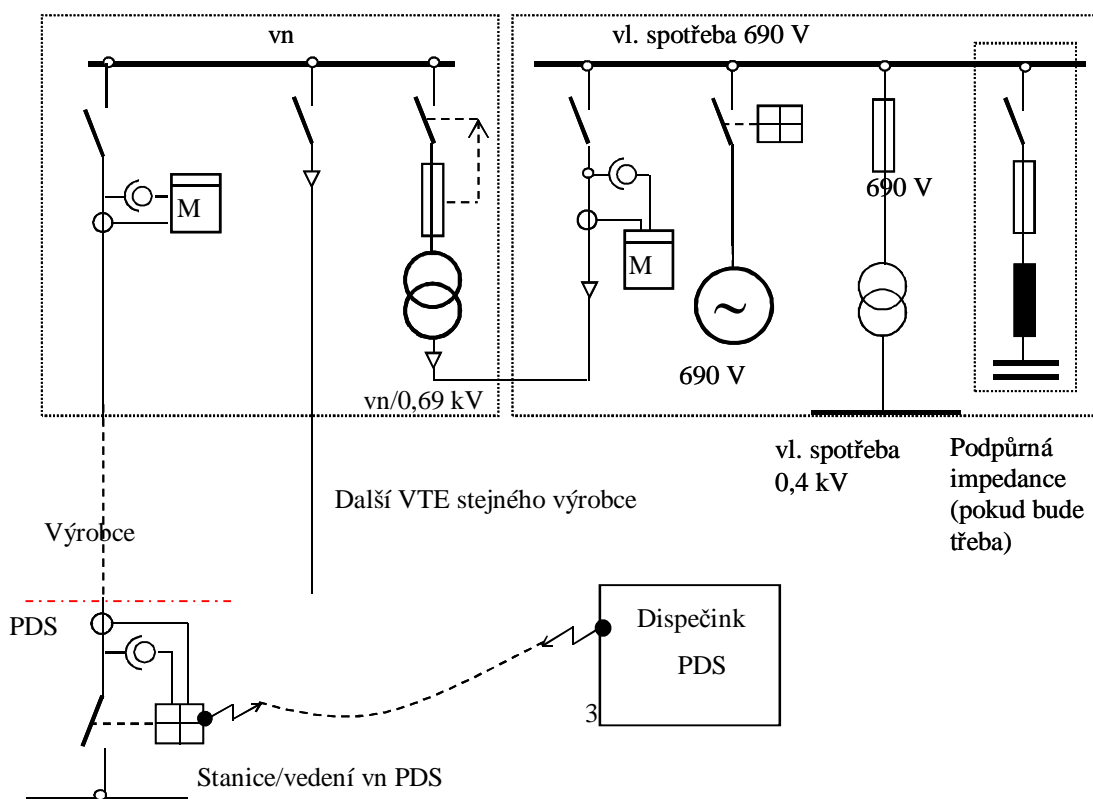
Připojení k vedení 22 kV:

- a) výroba více generátory bez možnosti ostrovního provozu
- b) přípojka T, dálkově ovládaný úsečník, vypínač generátoru ve stanici

ad a)



ad b)

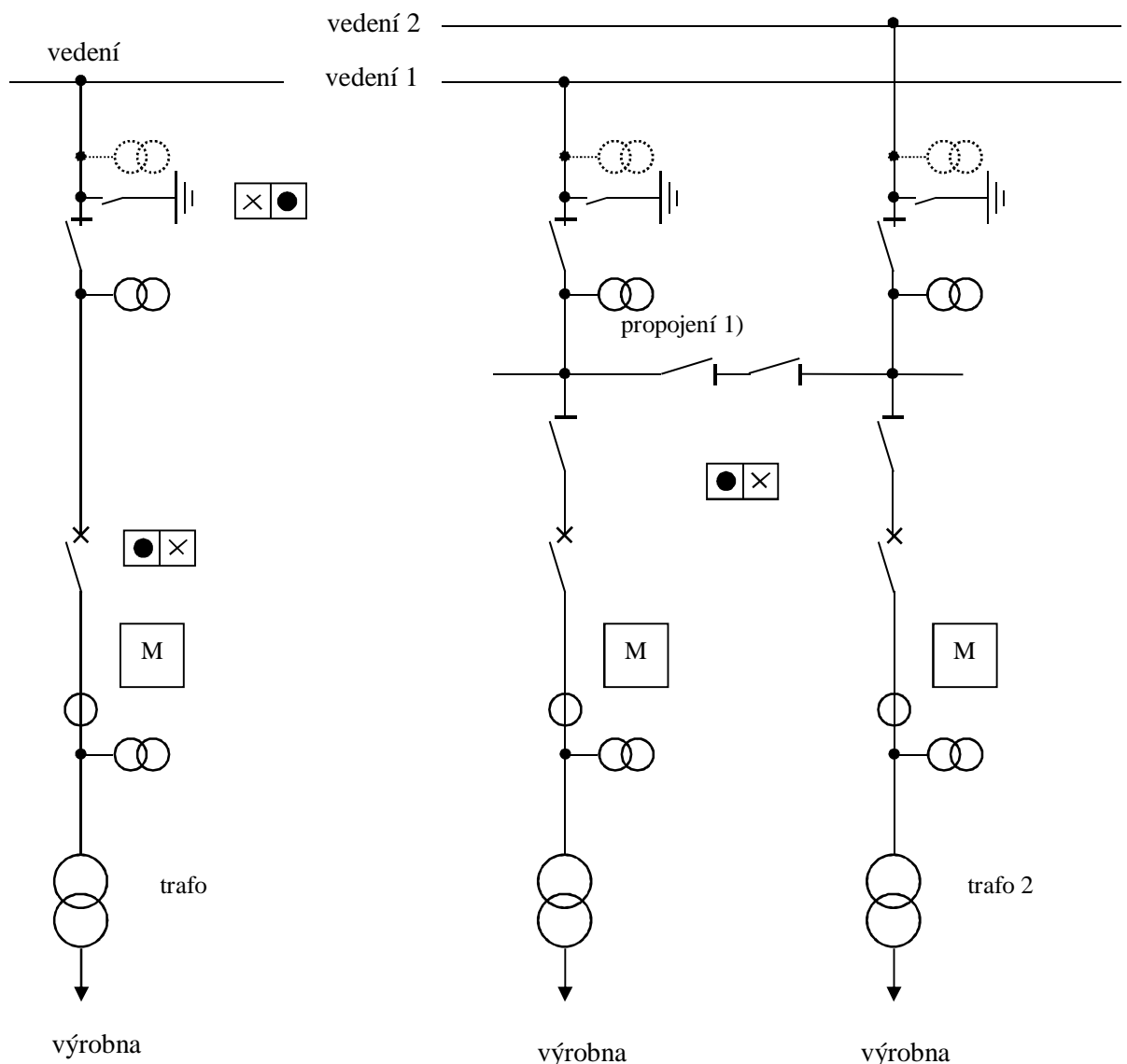


Připojení k vedení 110 kV:

- a) jednoduchým T- odbočením,
- b) dvojitým T odbočením
- c) zasmyčkováním vedení do DS- rozvodna H
- d) připojení do pole vedení v rozvodně DS

ad a)

ad b)



Ovládání a signalizace zákazníka
Signalizace a vypínací povel PDS

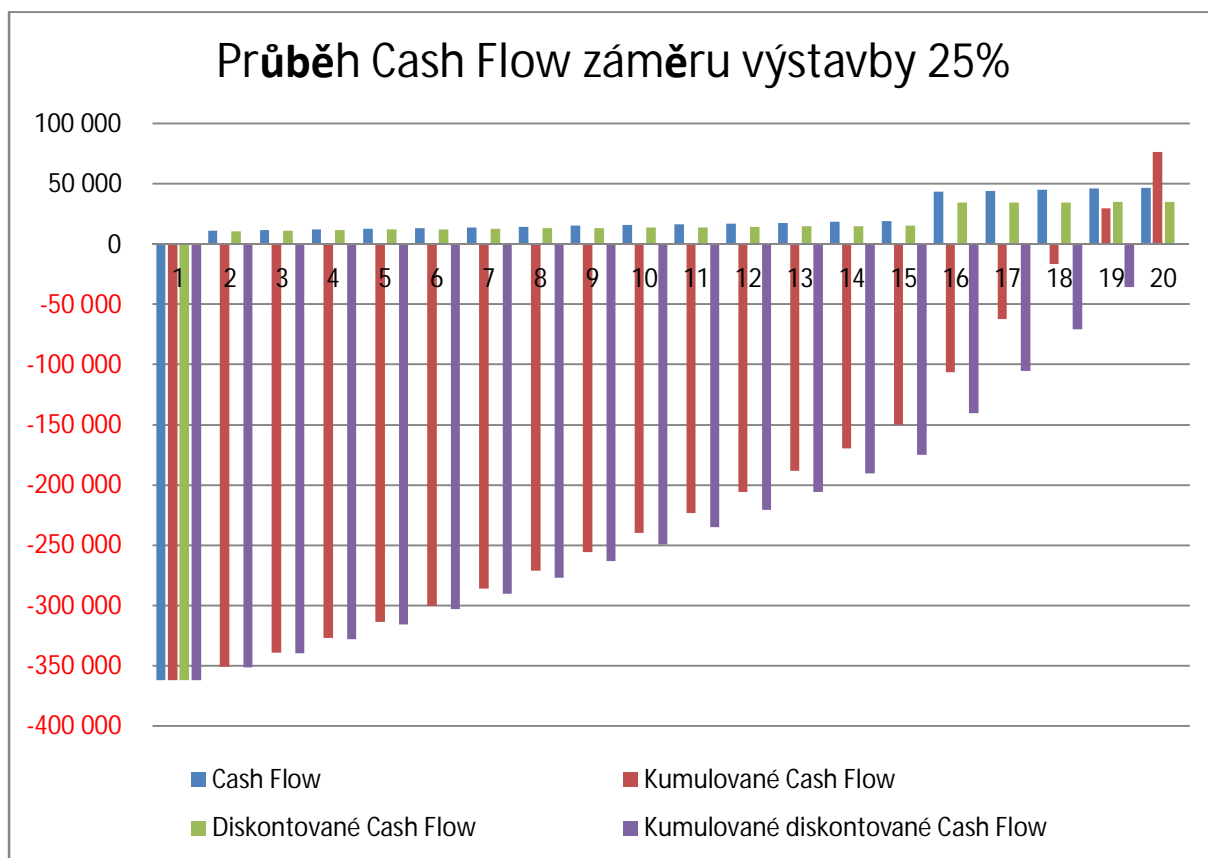


Ovládání a signalizace PDS
Signalizace zákazníka

Příloha č. 4: Obchodní model záměr – investice 25 %

Obchodní model VTE		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Celkem
Věkové ceny uvedeny v TCZK a bez DPH																							
Parametry																							
Instalovaný výkon (MW)		9,200																					
Průměrná výroba v MWh/den		234,291																					
Průměrná výroba v MWh/rok		49																					
Výroba v MWh/rok		17 780																					
Přítupná ocel		2 230																					
Rokní valorizace		2%																					
Rokní valorizace		7 231																					
Rokní valorizace		351 161																					
Rokní valorizace		263 373																					
Rokní valorizace		87 788																					
Rokní valorizace		25%																					
Rokní valorizace		4,00%																					
Rokní valorizace		15,00%																					
Rokní valorizace		39 170																					
Rokní valorizace		1,6%																					
Rokní valorizace		- 12																					
Výsledovka																							
Položka																							
Výnosy z prodeje OZ		13 020	39 649	40 442	41 251	42 076	42 918	43 776	44 652	45 545	46 456	47 385	48 332	49 299	50 285	51 291	52 317	53 363	54 430	55 519	56 629	40 980	
Ušetřena náklady energie																							918 514
Provozní náklady		244	3 368	3 410	3 454	3 498	3 543	3 589	3 636	3 684	3 733	3 782	3 833	3 885	3 938	3 992	4 047	4 103	4 160	4 218	4 278	72 393	
Nájemné		0	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	19 000	
Pojistné		244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	4 800	
Provozní náklady - servis VTE		0	2 124	2 160	2 210	2 254	2 299	2 345	2 392	2 440	2 489	2 538	2 589	2 641	2 694	2 748	2 803	2 859	2 916	2 974	3 034	48 513	
Odpisy		17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	
Provozní náklady celkem		17 802	20 926	20 969	21 012	21 056	21 101	21 147	21 194	21 242	21 291	21 340	21 391	21 443	21 496	21 550	21 605	21 661	21 718	21 776	21 836	423 554	
Úrokové náklady		10 535	10 009	9 462	8 893	8 301	7 685	7 045	6 379	5 687	4 967	4 218	3 439	2 629	1 787	911							91 848
Hrubý provozní zisk		-15 337	8 715	10 012	11 347	12 719	14 131	15 584	17 078	18 616	20 198	21 826	23 502	25 227	27 002	28 830	30 712	31 702	32 712	33 743	34 793	403 112	
Daň z příjmu		1 307	1 502	1 702	1 908	2 120	2 338	2 562	2 792	3 030	3 274	3 525	3 784	4 050	4 324	4 607	4 897	5 195	5 497	5 801	6 108	62 767	
Čistý zisk		-16 337	7 213	8 310	9 441	10 612	11 793	13 026	14 286	15 584	16 928	18 321	19 717	21 177	22 680	24 237	25 815	26 505	27 215	27 942	28 691	360 345	
Kumulovaný čistý zisk		-16 337	-7 830	-81	10 229	21 037	-33 049	-49 235	-69 812	-76 859	-83 893	-112 355	-128 332	-152 773	-176 728	-201 231	-227 327	-254 284	-282 089	-310 710	-340 345		
Cash Flow																							
Položka																							
Výnosy		13 020	39 649	40 442	41 251	42 076	42 918	43 776	44 652	45 545	46 456	47 385	48 332	49 299	50 285	51 291	52 317	53 363	54 430	55 519	56 629	40 980	
Roční splátky úvěru		23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	23 688	
Provozní náklady bez odpisů		244	3 368	3 410	3 454	3 498	3 543	3 589	3 636	3 684	3 733	3 782	3 833	3 885	3 938	3 992	4 047	4 103	4 160	4 218	4 278	72 393	
Investice		351 161																					
Náklady celkem		375 083	27 056	27 099	27 142	27 186	27 231	27 277	27 324	27 372	27 421	27 470	27 521	27 573	27 626	27 680	27 735	27 791	27 847	27 904	27 961	778 875	
Daň z příjmu		0	1 307	1 502	1 702	1 908	2 120	2 338	2 562	2 792	3 030	3 274	3 525	3 784	4 050	4 324	4 607	4 897	5 195	5 497	5 801	62 767	
Cash Flow		-362 063	11 296	11 842	12 407	12 982	13 567	14 161	14 766	15 380	16 005	16 640	17 286	17 942	18 609	19 287	19 977	20 679	21 393	22 119	22 857	76 972	
Kumulované Cash Flow		-362 063	-350 807	-338 965	-326 558	-313 575	-300 008	-285 847	-271 081	-255 701	-239 895	-223 655	-207 089	-189 218	-170 148	-149 871	-128 388	-104 793	-79 187	-52 070	-21 233	76 972	
Diskontované Cash Flow		-362 063	11 114	11 483	11 847	12 207	12 562	12 912	13 258	13 599	13 935	14 267	14 594	14 916	15 234	15 548	15 858	16 164	16 466	16 764	17 058	17 348	
Kumulované diskontované Cash Flow		-362 063	-350 979	-339 496	-327 649	-315 442	-302 880	-289 967	-276 710	-263 111	-249 176	-234 909	-220 316	-205 399	-190 165	-174 617	-159 955	-145 078	-130 094	-115 012	-100 835	-87 561	
Čistá současná hodnota		-12																				-12	

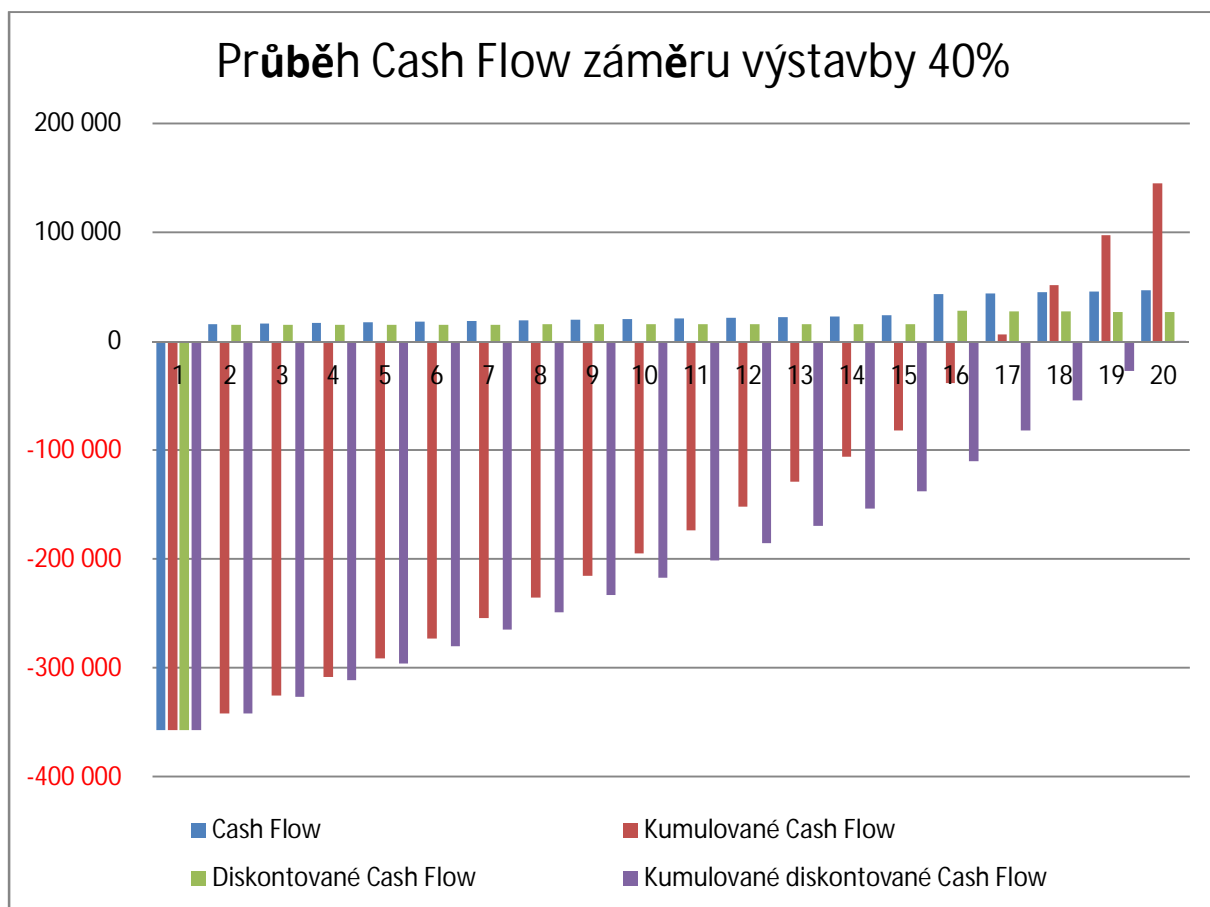
Příloha č. 5: Graf - obchodní model záměr – investice 25 %.



Příloha č. 6: Obchodní model záměr – investice 40%

Obchodní model VTE		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Celkem
Všechny ceny uvedeny v TCZK a bez DPH																							
Parametry Instalovaný výkon (MW) 9,200 Průměrná výroba v MWh/le 49 Výroba v MWh/rok 17 780 Výkupní cena TCZK/MWh 2,300 Roční valorizace 2% Příslušenství 7 231 Celková investice 351 161 Bankovní úvěr 211 000 Vlastní zdroje 140 161 Úroková sazba 4,00% Daň z příjmu FO 15,00% Úroková sazba 4,00% Průměrná cena investice 38 170 Kč/kWh Diskontní sazba 3,0% NPV projektu 26																							
Rozložení investic Turbína 294 291 Pípojnice k síti 24 514 Slavební projekt a st. ř. 12 257 Přístupová cesta 3 064 Příslušenství 7 231 Rozložená studie 4 902 Technický dozor 4 902 Ostatní 0 Celková investice 351 161																							
Výsledovka Položka 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 Výnosy z podpory OZ 13 000 39 649 40 442 41 251 42 076 42 918 43 776 44 652 45 545 46 456 47 385 48 332 49 299 50 285 51 291 52 317 53 363 54 430 55 519 56 629 57 764 58 924 60 107 Úšetřena silová energie 0 Provozní náklady 244 3 368 3 410 3 454 3 498 3 543 3 589 3 636 3 684 3 733 3 782 3 833 3 885 3 938 3 992 4 047 4 103 4 160 4 218 4 278 4 338 4 399 Nájemné 0 1 000 Pojistné 244 Provozní náklady - servis V 0 2 124 2 124 2 124 2 254 2 259 2 295 2 345 2 392 2 440 2 489 2 538 2 587 2 636 2 684 2 748 2 803 2 859 2 916 2 974 3 034 3 094 Odpisy 17 558 Provozní náklady celkem 17 802 20 926 20 969 21 012 21 056 21 101 21 147 21 194 21 242 21 291 21 340 21 391 21 443 21 496 21 550 21 605 21 661 21 718 21 776 21 836 21 896 21 957 22 018 22 080 Úrokové náklady 8 440 8 018 7 580 7 124 6 650 6 157 5 644 5 111 4 556 3 979 3 379 2 755 2 107 1 432 730 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Hrubý provozní zisk -13 242 10 705 11 894 13 115 14 370 15 660 16 985 18 347 19 747 21 186 22 665 24 186 25 749 27 357 29 011 30 712 31 702 32 712 33 743 34 793 35 864 36 954 38 064 Daň z příjmu 1 606 1 784 1 967 2 156 2 349 2 548 2 752 2 962 3 178 3 400 3 628 3 862 4 104 4 352 4 607 4 875 5 159 5 457 5 767 6 091 6 430 6 784 7 153 Čistý zisk -13 242 9 089 10 110 11 448 12 215 13 311 14 437 15 595 16 785 18 008 19 265 20 558 21 887 23 254 24 659 26 105 27 602 28 881 29 574 30 281 31 001 31 734 32 481 33 250 Kumulovaný čistý zisk -13 242 -4 143 5 967 17 115 29 329 42 640 57 077 72 672 89 456 107 464 126 729 147 287 169 174 192 428 217 088 243 193 270 140 297 945 326 626 356 201 385 742 Cash Flow Položka 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 Výnosy 13 000 39 649 40 442 41 251 42 076 42 918 43 776 44 652 45 545 46 456 47 385 48 332 49 299 50 285 51 291 52 317 53 363 54 430 55 519 56 629 57 764 58 924 60 107 Roční spjatý úsrův 48 978 Provozní náklady bez odp 244 3 368 3 410 3 454 3 498 3 543 3 589 3 636 3 684 3 733 3 782 3 833 3 885 3 938 3 992 4 047 4 103 4 160 4 218 4 278 4 338 4 399 Investice 351 161 Náklady celkem 370 383 22 346 22 388 22 431 22 476 22 521 22 567 22 614 22 661 22 710 22 760 22 811 22 862 22 915 22 969 23 027 23 086 23 146 23 207 23 269 23 332 23 396 23 461 Daň z příjmu 0 1 606 1 784 1 967 2 156 2 349 2 548 2 752 2 962 3 178 3 400 3 628 3 862 4 104 4 352 4 607 4 875 5 159 5 457 5 767 6 091 6 430 6 784 Cash Flow -357 383 15 698 16 270 16 853 17 445 18 048 18 662 19 286 19 921 20 568 21 225 21 894 22 574 23 266 23 970 24 683 25 405 26 138 26 881 27 634 28 400 29 177 30 000 Kumulované Cash Flow -357 383 -341 684 -325 414 -308 562 -291 116 -273 068 -254 406 -235 120 -215 199 -194 631 -173 066 -151 513 -128 939 -106 369 -83 800 -61 231 -38 662 -16 093 7 476 31 046 54 616 78 186 Diskontované Cash Flow -357 383 15 245 15 345 15 436 15 518 15 591 15 656 15 713 15 763 15 805 15 839 15 867 15 888 15 903 15 912 15 918 15 921 15 923 15 924 15 924 15 924 15 924 15 924 15 924 Kumulované diskontované Cash Flow -357 383 -342 137 -326 792 -311 356 -295 838 -280 247 -264 591 -248 877 -233 115 -217 310 -201 470 -185 603 -169 715 -153 811 -137 900 -122 000 -106 100 -90 200 -74 300 -58 400 -42 500 -26 600 10 300 Čistá současná hodnota 26																							

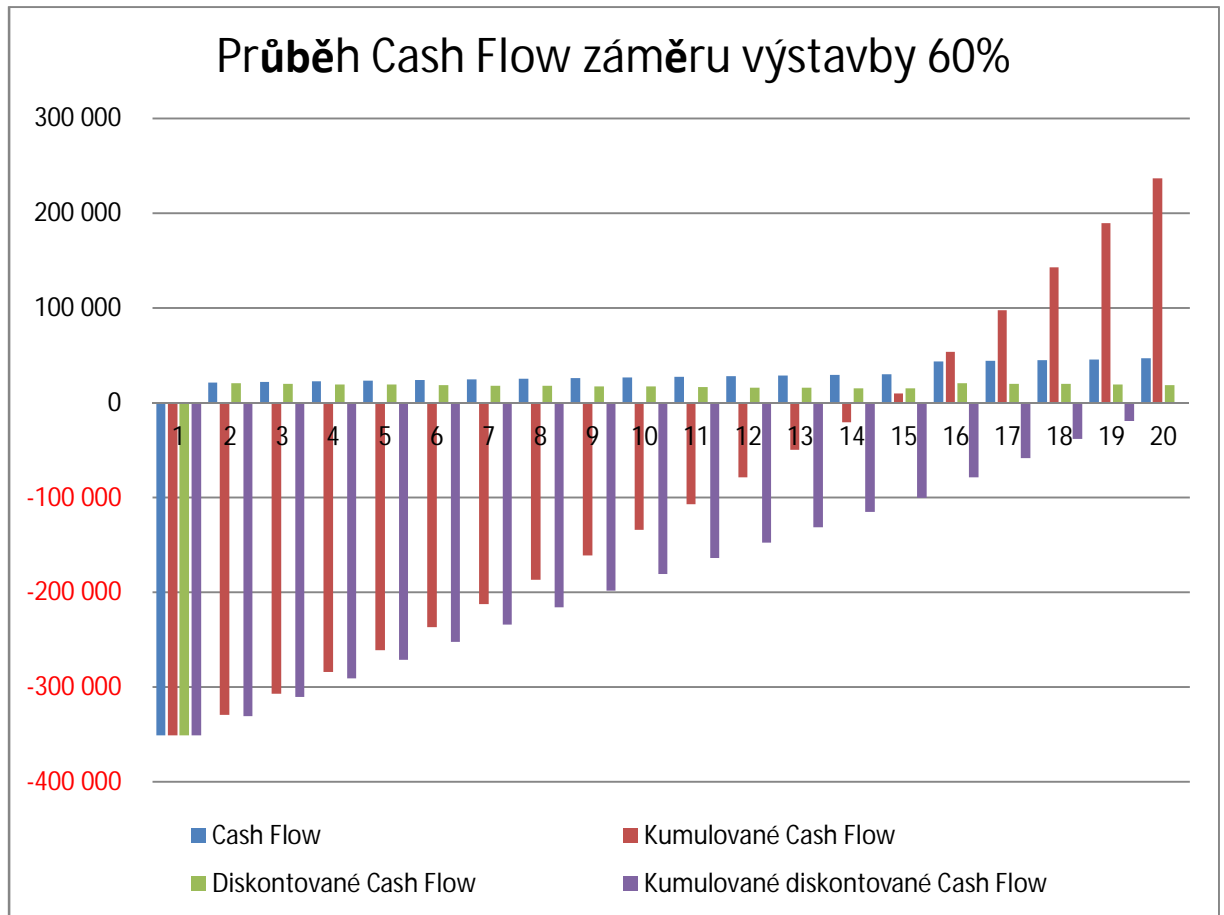
Příloha č. 7: Graf -obchodní model záměr – investice 40%



Příloha č. 8: Obchodní model záměr – investice 60 %

Obchodní model VTE		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Celkem	
Všechny ceny uvedeny v TCZK a bez DPH																								
Parametry																								
Instalovaný výkon (MW)		284,291																						
Průměrná výroba v MW/roční		24,514																						
Výroba v MW/rok		12,257																						
Výroba v TCZK/MWh		3,684																						
Roční valorizace		7,231																						
Celková investice		351 161																						
Bankovní úvěr		140 500																						
Vlastní zdroje		210 661																						
Úroková sazba		4,00%																						
Daň z příjmu FO		15,00%																						
Měrná cena investice TCZK/		38 170																						
Diskontní sazba		4,9%																						
NPV projektu		209																						
Výsledovka																								
Položka		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Celkem	
Výnosy z podpory OZ		13 000	39 649	40 442	41 251	42 076	42 918	43 776	44 652	45 545	46 456	47 385	48 332	49 299	50 285	51 291	52 317	53 363	54 430	55 519	56 629	57 761	40 390	
Ušetřená silová energie																							918 614	
Provozní náklady		244	3 368	3 410	3 454	3 498	3 543	3 589	3 636	3 684	3 733	3 782	3 833	3 885	3 938	3 992	4 047	4 103	4 160	4 218	4 278	4 339	72 393	
Nájemné		0	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	19 000	
Pojištění		244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	4 880	
Provozní náklady - servis VTE		0	2 124	2 168	2 210	2 254	2 299	2 345	2 392	2 440	2 489	2 538	2 589	2 641	2 694	2 748	2 803	2 859	2 916	2 974	3 034	3 094	48 513	
Odpisy		17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	351 161	
Provozní náklady celkem		17 802	20 926	20 969	21 042	21 096	21 161	21 227	21 294	21 362	21 431	21 501	21 572	21 645	21 720	21 796	21 874	21 954	22 036	22 120	22 206	22 294	22 384	429 554
Úrokové náklady		5 620	5 339	5 047	4 744	4 428	4 100	3 758	3 403	3 034	2 650	2 250	1 835	1 403	953	486								49 051
Hrubý provozní zisk		-10 422	13 384	14 426	15 496	16 592	17 717	18 871	20 054	21 269	22 515	23 794	25 106	26 453	27 836	29 255	30 712	31 702	32 712	33 743	34 783	35 833	36 893	446 009
Daň z příjmu		2 008	2 008	2 164	2 324	2 489	2 658	2 831	3 008	3 190	3 377	3 569	3 766	3 968	4 175	4 388	4 607	4 755	4 907	5 061	5 219	5 383	5 551	
Čistý zisk		-10 422	11 376	12 262	13 171	14 103	15 059	16 040	17 046	18 079	19 138	20 225	21 340	22 483	23 660	24 867	26 105	26 947	27 605	28 681	29 574	30 290	30 945	377 545
Kumulovaný čistý zisk		-10 422	954	13 217	26 388	40 491	55 551	71 591	88 637	106 716	125 854	146 078	167 419	189 904	213 565	238 431	264 537	291 483	319 289	347 970	377 545			
Cash Flow																								
Položka		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Celkem		
Výnosy		13 000	39 649	40 442	41 251	42 076	42 918	43 776	44 652	45 545	46 456	47 385	48 332	49 299	50 285	51 291	52 317	53 363	54 430	55 519	56 629	57 761	40 410	
Roční splátky úvěru		12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	12 637	189 551	
Provozní náklady bez odpisů		244	3 368	3 410	3 454	3 498	3 543	3 589	3 636	3 684	3 733	3 782	3 833	3 885	3 938	3 992	4 047	4 103	4 160	4 218	4 278	4 339	72 393	
Investice		351 161																						
Náklady celkem		354 042	16 005	16 047	16 091	16 135	16 180	16 226	16 273	16 321	16 369	16 419	16 470	16 522	16 574	16 628	16 683	16 738	16 794	16 850	16 907	16 965	613 105	
Daň z příjmu		0	2 008	2 164	2 324	2 489	2 658	2 831	3 008	3 190	3 377	3 569	3 766	3 968	4 175	4 388	4 607	4 755	4 907	5 061	5 219	5 383	68 465	
Cash Flow		-351 042	21 642	22 231	22 820	23 410	24 000	24 590	25 180	25 770	26 360	26 950	27 540	28 130	28 720	29 310	29 900	30 490	31 080	31 670	32 260	32 850	33 440	237 045
Kumulované Cash Flow		-351 042	-329 405	-307 173	-284 937	-262 804	-240 884	-219 163	-197 643	-176 324	-155 304	-134 584	-114 163	-94 042	-74 320	-55 097	-36 273	-16 852	3 169	23 690	47 361	71 182	95 263	237 045
Diskontované Cash Flow		-351 042	20 619	20 187	19 761	19 339	18 922	18 510	18 103	17 701	17 303	16 910	16 521	16 136	15 755	15 378	15 005	14 637	14 273	13 913	13 557	13 205	12 857	209
Kumulované diskontované Cash Flow		-351 042	-330 423	-310 236	-290 475	-271 136	-252 215	-233 705	-215 602	-197 901	-180 595	-163 679	-147 148	-130 996	-115 216	-99 803	-85 168	-71 323	-58 268	-45 903	-34 128	-22 843	-12 048	209
Čistá současná hodnota																							209	

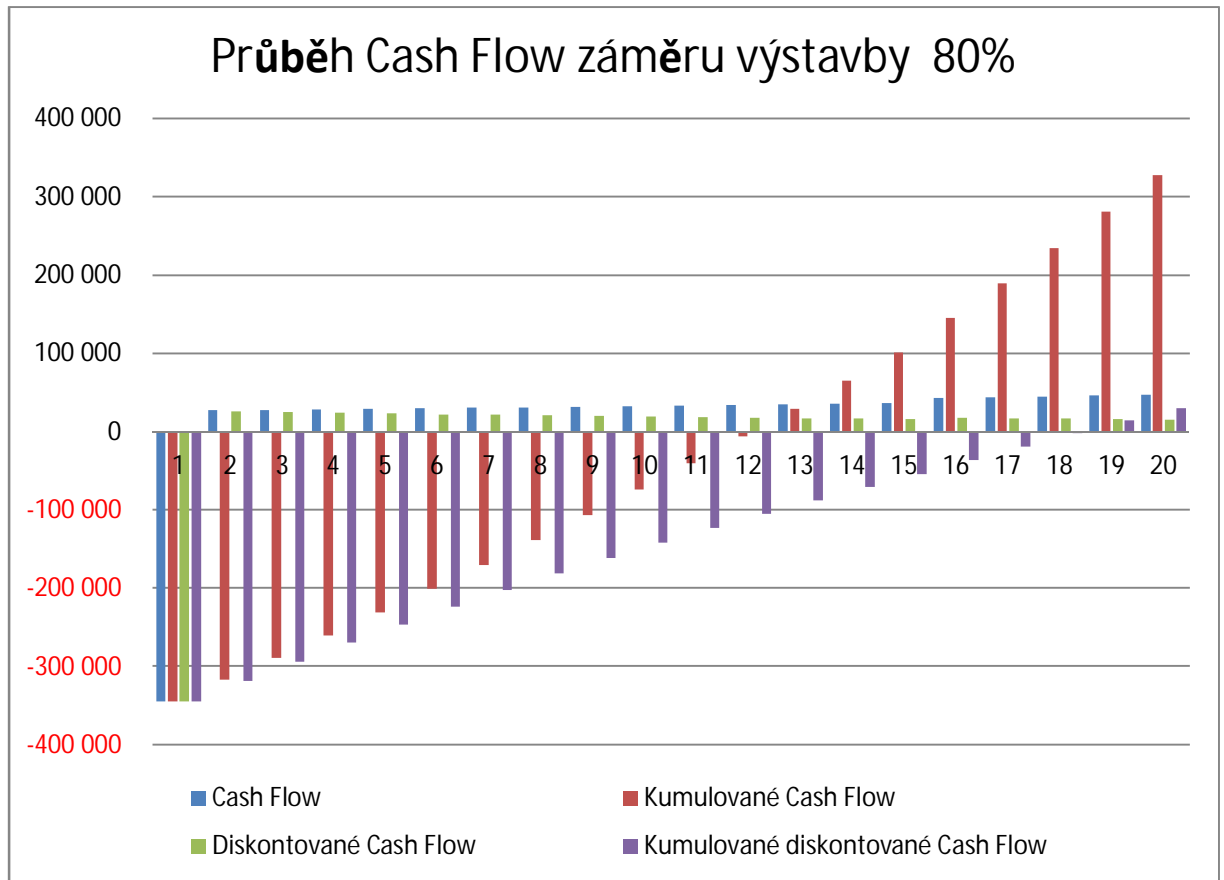
Příloha č. 9: Graf - obchodní model záměr – investice 60 %



Příloha č. 10: Obchodní model záměr – investice 80 %

Obchodní model VTE		Rozložení investic														Celková investice								
Všechné ceny uvedeny v TCZK a bez DPH		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Celkem	
Parametry																								
Instalovaný výkon (MW)	9,200																							
Průměrná výroba v MWh/den	49																							
Výroba v MWh/rok	17 780																							
Výkupní cena TCZK/MWh	2,2300																							
Přístupová cesta	3,064																							
Roční valorizace	2%																							
Celková investice	351 161																							
Bankovní úvěr	70 200																							
Vlastní zoroje	280 961																							
Úroková sazba	4,00%																							
Daň z příjmu FO	15,00%																							
Měrná cena investice TCZK/MW	38 170																							
Diskontní sazba	6,0%																							
NPV projektu	30 048																							
Výsledovka																								
Položka	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Celkem		
Výnosy z podpory OZ	13 000	39 649	40 442	41 251	42 076	42 918	43 776	44 652	45 545	46 456	47 385	48 332	49 289	50 265	51 261	52 277	53 303	54 339	55 319	56 629	40 390	918 614		
Ušetřená silová energie																						0		
Provozní náklady	244	3 368	3 410	3 454	3 498	3 543	3 589	3 636	3 684	3 733	3 782	3 833	3 885	3 938	3 992	4 047	4 103	4 160	4 218	4 278	72 393			
Nájemné	0	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	19 000		
Pojštění	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	4 880		
Provozní náklady - servis VTE	0	2 124	2 160	2 210	2 264	2 299	2 345	2 392	2 440	2 489	2 538	2 589	2 641	2 694	2 748	2 803	2 859	2 916	2 974	3 034	48 513			
Odpisy	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	351 161		
Provozní náklady celkem	17 802	20 926	20 969	21 012	21 056	21 101	21 147	21 194	21 242	21 291	21 340	21 391	21 443	21 496	21 550	21 605	21 661	21 718	21 776	21 836	423 554			
Úrokové náklady	2 808	2 668	2 522	2 370	2 212	2 048	1 878	1 700	1 516	1 324	1 124	917	701	476	243							24 508		
Hrubý provozní zisk	-7 610	16 056	16 952	17 869	18 808	19 768	20 751	21 757	22 787	23 841	24 920	26 024	27 155	28 313	29 498	30 712	31 702	32 712	33 743	34 793	470 592			
Daň z příjmu		2 408	2 543	2 680	2 821	2 965	3 113	3 264	3 418	3 576	3 738	3 904	4 073	4 247	4 425	4 607	4 755	4 907	5 061	5 219	71 724			
Čistý zisk	-7 610	13 647	14 409	15 189	15 987	16 803	17 639	18 494	19 369	20 265	21 182	22 121	23 082	24 066	25 073	26 105	26 947	27 805	28 681	29 574	396 828			
Kumulovaný čistý zisk	-7 610	6 037	20 446	35 635	51 622	68 425	86 063	104 557	123 926	144 191	165 373	187 493	210 575	234 641	259 715	285 820	312 167	340 572	369 253	398 828				
Cash Flow																								
Položka	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Celkem			
Výnosy	13 000	39 649	40 442	41 251	42 076	42 918	43 776	44 652	45 545	46 456	47 385	48 332	49 289	50 265	51 261	52 277	53 303	54 339	55 319	56 629	40 410			
Roční splátky úvěru	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	94 708			
Provozní náklady bez odpisů	244	3 368	3 410	3 454	3 498	3 543	3 589	3 636	3 684	3 733	3 782	3 833	3 885	3 938	3 992	4 047	4 103	4 160	4 218	4 278	72 393			
Investice	351 161																							
Náklady celkem	357 719	9 682	9 724	9 768	9 812	9 857	9 903	9 950	9 998	10 046	10 096	10 147	10 199	10 252	10 305	10 357	10 410	10 463	10 516	10 570	518 262			
Daň z příjmu	0	2 408	2 543	2 680	2 821	2 965	3 113	3 264	3 418	3 576	3 738	3 904	4 073	4 247	4 425	4 607	4 755	4 907	5 061	5 219	71 724			
Cash Flow	-344 719	27 559	28 175	28 893	29 443	30 096	30 761	31 438	32 129	32 833	33 550	34 282	35 027	35 786	36 561	43 663	44 505	45 363	46 239	47 132	328 628			
Kumulované Cash Flow	-344 719	-317 160	-288 984	-260 181	-230 738	-200 842	-169 882	-138 444	-106 315	-73 482	-39 931	-5 649	29 377	65 164	101 724	145 388	189 893	235 256	281 495	328 628				
Diskontované Cash Flow	-344 719	25 989	25 076	24 184	23 322	22 489	21 685	20 908	20 158	19 434	18 734	18 059	17 407	16 778	16 171	18 219	17 519	16 846	16 200	15 576	30 048			
Kumulované diskontované Cash Flow	-344 719	-318 720	-293 644	-269 460	-246 138	-223 649	-201 964	-181 066	-160 898	-141 464	-122 730	-104 670	-87 263	-70 485	-54 314	-36 095	-18 576	-1 729	14 470	30 048				
Čistá současná hodnota	30 048																							

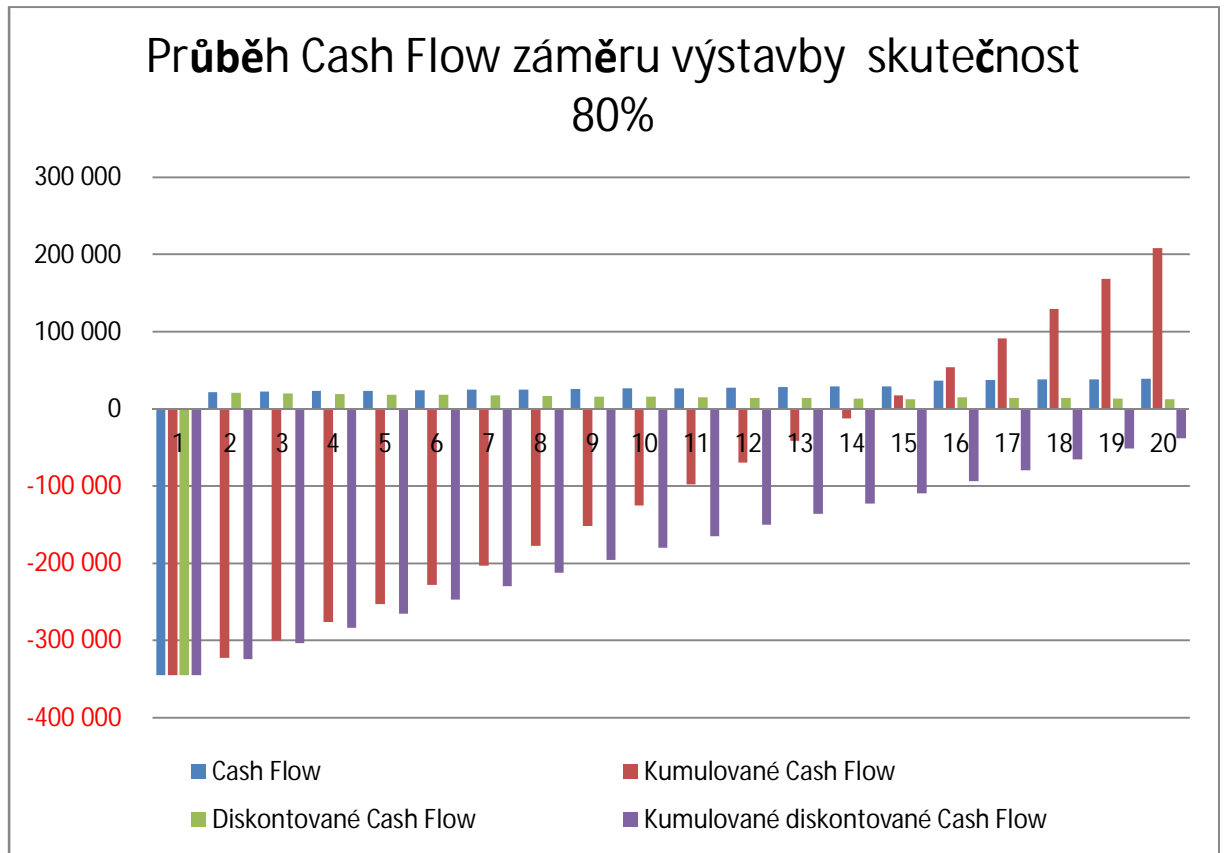
Příloha č. 11: Graf - obchodní model záměr – investice 80 %



Příloha č. 12: Obchodní model skutečnost – investice 80 %

Obchodní model VTE Veškeré ceny uvedeny v TCZK a bez DPH		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Celkem	
Parametry																							
Instalovaný výkon (MW)	9,200																						
Průměrná výroba v MWh/den	41																						
Výroba v MWh/rok	15 004																						
Výkupní cena TCZK/MWh	2,2300																						
Roční valorizace	2%																						
Celková investice	351 161																						
Bankovní úvěr	70 200																						
Vlastní zdroje	280 961																						
Úroková sazba	4,00%																						
Daň z příjmu FO	15,00%																						
WACC celkové investice	38 170																						
WACC bankovní	6,0%																						
Diskontní sazba	6,0%																						
NPV projektu	- 38 160																						
Výsledovka																							
Položka	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Celkem		
Výnosy z podpory OZ	13 000	33 459	34 126	34 811	35 507	36 217	36 941	37 680	38 434	39 202	39 987	40 786	41 602	42 434	43 283	44 148	45 031	45 932	46 851	47 788	48 743	777 220	
Ušetřená silová energie																						0	
Provozní náklady	244	3 368	3 410	3 454	3 498	3 543	3 589	3 636	3 684	3 733	3 782	3 833	3 885	3 938	3 992	4 047	4 103	4 160	4 218	4 278	4 339	72 393	
Nájem	0	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	1 030	19 000
Pojistění	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	4 680
Provozní náklady - servis VTE	0	2 124	2 166	2 210	2 254	2 299	2 345	2 392	2 440	2 489	2 538	2 589	2 641	2 694	2 748	2 803	2 859	2 916	2 974	3 034	3 094	48 513	
Odpisy	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	351 161
Provozní náklady celkem	17 802	20 926	20 969	21 042	21 096	21 161	21 147	21 184	21 242	21 291	21 340	21 391	21 443	21 496	21 550	21 605	21 661	21 718	21 776	21 836	21 896	423 554	
Úrokové náklady	2 808	2 668	2 522	2 370	2 212	2 048	1 878	1 700	1 516	1 324	1 124	917	701	476	243								24 508
Hrubý provozní zisk	-7 610	9 865	10 638	11 429	12 238	13 067	13 916	14 786	15 676	16 588	17 522	18 478	19 458	20 462	21 490	22 544	23 371	24 214	25 074	25 952	26 853	329 158	
Daň z příjmu	1 480	1 480	1 586	1 714	1 836	1 960	2 087	2 218	2 351	2 488	2 628	2 772	2 919	3 069	3 224	3 382	3 506	3 632	3 761	3 893	4 029	50 515	
Čistý zisk	-7 610	8 385	9 042	9 714	10 403	11 107	11 829	12 568	13 325	14 100	14 893	15 707	16 539	17 393	18 267	19 162	19 865	20 582	21 313	22 059	22 820	278 643	
Kumulovaný čistý zisk	-7 610	775	9 817	19 532	29 934	41 041	52 870	65 438	78 763	92 863	107 756	123 463	140 002	157 385	175 611	194 683	214 605	235 270	256 584	278 643			
Cash Flow																							
Položka	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Celkem		
Výnosy	13 000	33 459	34 126	34 811	35 507	36 217	36 941	37 680	38 434	39 202	39 987	40 786	41 602	42 434	43 283	44 148	45 031	45 932	46 851	47 788	48 743	40 410	
Roční splátky úvěru	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	94 708	
Provozní náklady bez odpisů	244	3 368	3 410	3 454	3 498	3 543	3 589	3 636	3 684	3 733	3 782	3 833	3 885	3 938	3 992	4 047	4 103	4 160	4 218	4 278	4 339	72 393	
Investice	351 161																						
Náklady celkem	357 719	9 682	9 724	9 768	9 812	9 857	9 903	9 950	9 998	10 046	10 096	10 147	10 199	10 252	10 305	10 358	10 412	10 466	10 521	10 577	10 634	518 862	
Daň z příjmu	0	1 480	1 586	1 714	1 836	1 960	2 087	2 218	2 351	2 488	2 628	2 772	2 919	3 069	3 224	3 382	3 506	3 632	3 761	3 893	4 029	50 515	
Cash Flow	-344 719	22 297	22 806	23 329	23 859	24 400	24 951	25 512	26 085	26 668	27 262	27 867	28 484	29 113	29 754	30 409	31 080	31 766	32 468	33 186	33 919	208 443	
Kumulované Cash Flow	-344 719	-322 422	-299 613	-276 285	-252 426	-228 026	-203 075	-177 562	-151 477	-124 810	-97 548	-69 680	-41 196	-12 083	17 671	54 391	91 814	129 954	168 826	208 443			
Diskontované Cash Flow	-344 719	21 035	20 289	19 587	18 889	18 233	17 589	16 967	16 366	15 785	15 223	14 680	14 156	13 649	13 160	12 704	12 281	11 881	11 504	11 150	10 818	-38 160	
Kumulované diskontované Cash Flow	-344 719	-323 684	-303 385	-283 797	-264 899	-246 666	-229 076	-212 109	-195 743	-179 958	-164 735	-150 055	-135 899	-122 250	-109 090	-93 768	-79 036	-64 872	-51 254	-38 160			
Čistá současná hodnota	-38 160																						

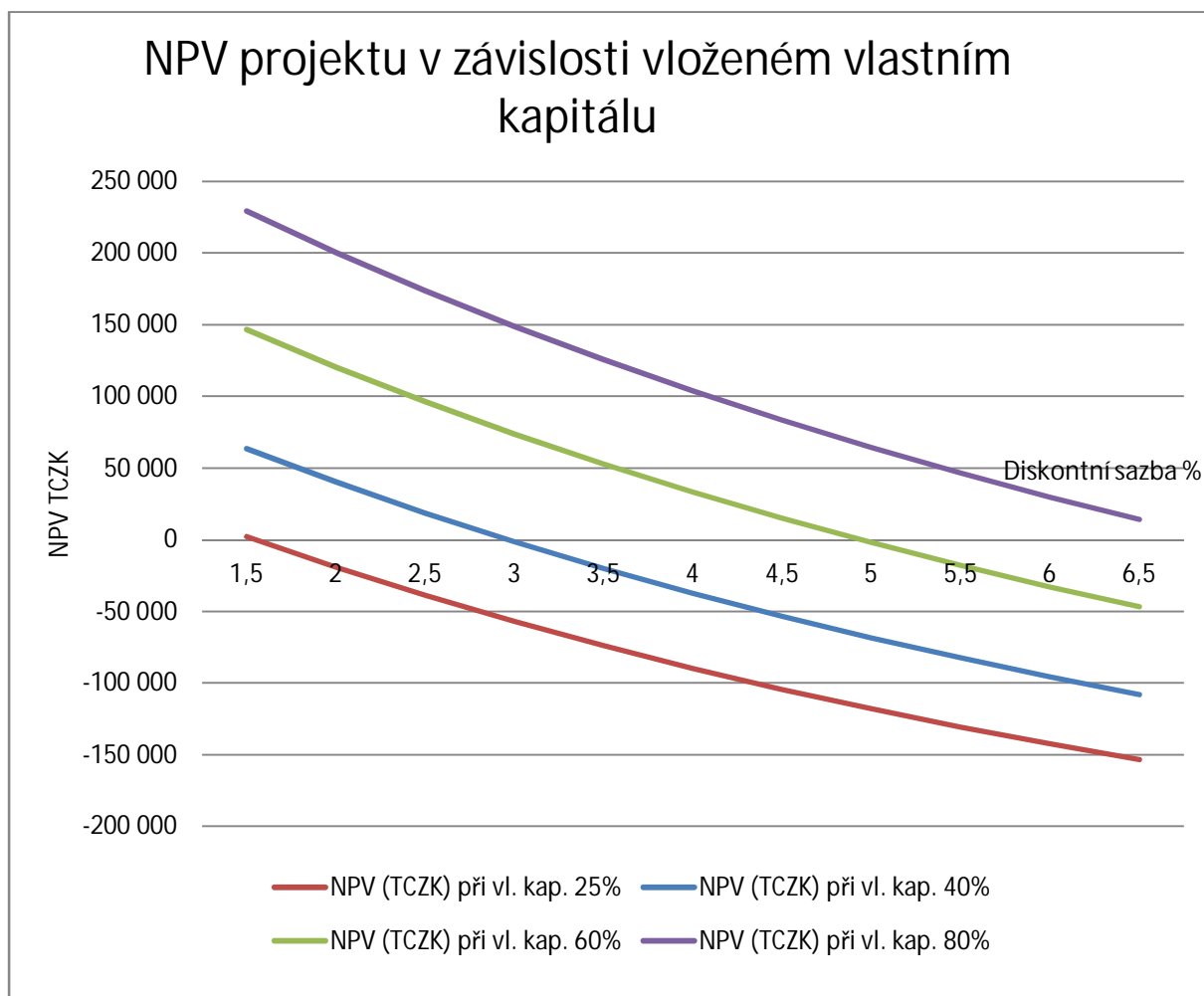
Příloha č. 13: Graf - obchodní model skutečnost – investice 80 %



Příloha č. 14: Závislost NPV a IRR

Diskontní sazba (%)	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	
NPV (TCZK) při vl. kap. 25%	2 234	-19 034	-38 731	-56 986	-73 918	-89 637	-104 239	-117 815	-130 447	-142 209	-153 170	
NPV (TCZK) při vl. kap. 40%	63 791	40 522	18 925	-1 137	-19 787	-37 140	-53 298	-68 355	-82 339	-95 507	-107 752	
NPV (TCZK) při vl. kap. 60%	146 654	120 691	96 536	74 042	53 080	33 527	15 275	-1 777	-17 720	-32 640	-46 613	
NPV (TCZK) při vl. kap. 80%	229 282	200 633	173 926	149 008	125 740	103 994	83 654	64 613	46 774	30 048	14 352	
	Záměr											
	IRR (%)	Ts (roky)	Tds (roky)	NPV (TCZK)								
Podíl vl. kap. 25%	1,55	19	> 20	-12								
Podíl vl. kap. 40%	2,97	17	20	26								
Podíl vl. kap. 60%	4,94	15	20	209								
Podíl vl. kap. 80% *)	6,99	13	19	30 048	= preferovaná varianta							
*) diskontní sazba 6%												
	Skutečnost											
	IRR (%)	Ts (roky)	Tds (roky)	NPV (TCZK)								
Podíl vl. kap. 80% *)	4,7	15	20	265								
Podíl vl. kap. 80% **)	-	15	> 20	-38 160								
*) diskontní sazba = IRR												
**) diskontní sazba 6%												

Příloha č. 15: Graf závislosti NPV



Příloha č. 16: Obchodní model skutečnost 80% - snížena DR = 4,7%

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Celkem		
Obchodní model VTE																							
Veškeré ceny uvedeny v TCZK a bez DPH																							
Parametry																							
Instalovaný výkon (MW)	294 291																						
Přůměrná výroba v MWh/den	41																						
Výroba v MWh/rok	15 004																						
Výstupní cena TCZK/MWh	2 300																						
Roční valorizace	2%																						
Celková investice	351 161																						
Bankovní úvěr	70 200																						
Vlastní zdroje	280 961																						
Úroková sazba	4,00%																						
Dat z příjmu FO	15,00%																						
Průměrná cena investice	38 170																						
TCZK/kWh	4,7%																						
Diskontní sazba	2																						
NPV projektu																							
Výsledovka																							
Položka	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Celkem		
Wynosy z podpory OZ	13 000	33 459	34 128	34 811	35 507	36 217	36 941	37 680	38 434	39 202	39 987	40 786	41 602	42 434	43 283	44 148	45 031	45 932	46 851	47 788	40 390	777 220	
Ušetrěná silová energie																						0	
Provozní náklady	244	3 368	3 410	3 454	3 498	3 543	3 589	3 636	3 684	3 733	3 782	3 833	3 885	3 938	3 992	4 047	4 103	4 160	4 218	4 278	4 339	72 393	
Nájemné	0	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	19 000	
Pojistění	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	4 880	
Provozní náklady - servis VTE	0	2 124	2 166	2 210	2 254	2 299	2 345	2 392	2 440	2 489	2 538	2 589	2 641	2 694	2 748	2 803	2 859	2 916	2 974	3 034	3 094	48 513	
Odpisy	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	17 558	351 161	
Provozní náklady celkem	17 802	20 926	20 969	21 012	21 056	21 101	21 147	21 194	21 242	21 291	21 340	21 391	21 443	21 496	21 550	21 605	21 661	21 718	21 776	21 836	21 896	429 554	
Úrokové náklady	2 808	2 668	2 522	2 370	2 212	2 048	1 878	1 700	1 516	1 324	1 124	917	701	476	243							24 508	
Hrubý provozní zisk	-7 610	9 865	10 638	11 429	12 238	13 067	13 916	14 786	15 676	16 588	17 522	18 478	19 458	20 462	21 490	22 544	23 371	24 214	25 074	25 952	26 853	329 158	
Dat z příjmu	1 480	1 480	1 596	1 714	1 836	1 960	2 087	2 218	2 351	2 488	2 628	2 772	2 919	3 069	3 224	3 382	3 506	3 632	3 761	3 893	4 026	50 515	
Čistý zisk	8 385	9 042	9 714	10 403	11 107	11 829	12 568	13 326	14 100	14 893	15 707	16 539	17 393	18 267	19 162	19 865	20 592	21 313	22 059	22 819	23 584	278 643	
Kumulovaný čistý zisk	-7 610	775	9 817	19 532	29 934	41 041	52 870	65 438	78 763	92 853	107 756	123 463	140 002	157 395	175 661	194 823	214 889	235 270	256 584	278 643		278 643	
Cash Flow																							
Položka	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Celkem		
Wynosy	13 000	33 459	34 128	34 811	35 507	36 217	36 941	37 680	38 434	39 202	39 987	40 786	41 602	42 434	43 283	44 148	45 031	45 932	46 851	47 788	40 410	40 410	
Roční splátky úvěru	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	6 314	94 708	
Provozní náklady bez investice	244	3 368	3 410	3 454	3 498	3 543	3 589	3 636	3 684	3 733	3 782	3 833	3 885	3 938	3 992	4 047	4 103	4 160	4 218	4 278	4 339	72 393	
Náklady celkem	357 719	9 632	9 724	9 768	9 812	9 857	9 903	9 950	9 998	10 046	10 096	10 147	10 199	10 252	10 305	10 357	10 410	10 463	10 516	10 570	10 624	516 262	
Dat z příjmu	0	1 480	1 596	1 714	1 836	1 960	2 087	2 218	2 351	2 488	2 628	2 772	2 919	3 069	3 224	3 382	3 506	3 632	3 761	3 893	4 026	50 515	
Cash Flow	-344 719	22 297	22 808	23 329	23 859	24 400	24 951	25 512	26 085	26 688	27 262	27 867	28 484	29 113	29 754	30 400	31 052	31 709	32 371	33 038	33 710	208 443	
Kumulované Cash Flow	-344 719	-322 422	-299 613	-276 285	-252 426	-228 026	-203 075	-177 562	-151 477	-124 810	-97 548	-69 680	-41 196	-12 083	17 671	54 391	91 814	129 954	168 826	208 443		208 443	
Diskontované Cash Flow	-344 719	21 299	20 811	20 333	19 864	19 404	18 954	18 513	18 080	17 656	17 242	16 835	16 437	16 048	15 666	15 292	14 924	14 561	14 202	13 848	13 500	16 589	2
Kumulované diskontované Cash Flow	-344 719	-323 420	-302 609	-282 276	-262 412	-243 008	-224 054	-205 542	-187 462	-169 905	-152 564	-135 728	-119 291	-103 243	-87 577	-69 109	-51 129	-33 626	-16 587			2	
Čistá současná hodnota	2																						

Příloha č. 17: Graf - obchodní model skutečnost 80% - snížena DR = 4,7%

