

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra elektroenergetiky a ekologie

Diplomová práce

Obnovitelné zdroje energie v aukčním mechanismu

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin VINŠ**

Osobní číslo: **E16N0115P**

Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**

Studijní obor: **Elektroenergetika**

Název tématu: **Obnovitelné zdroje energie v aukčním mechanismu**

Zadávací 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 :

Proveďte analýzu aukčního systému obnovitelných zdrojů energie (OZE).

1. Uveďte přehled aukčních systémů OZE ve světě. Pozornost věnujte zejména charakteristice aukcí.
2. Zhodnoťte výhody a nevýhody aukcí OZE, jejich vliv na cenu elektřiny z OZE.
3. Vytvořte matematický model, realizujte jeho algoritmizaci a funkční aplikaci pro určení očekávané aukční ceny.
4. Vyhodnoťte dopad kompenzačního mechanismu zohledňujícího větrnost lokality na aukční ceny elektřiny z větrných elektráren v SRN.
5. Uvažte možné přínosy a úskalí zavedení aukčního systému OZE v ČR.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah kvalifikační práce: **40 - 60 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. Karel Noháč, Ph.D.**

Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: **10. října 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **24. května 2018**

Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.

děkan



Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.

vedoucí katedry

V Plzni dne 10. října 2017

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce se zabývá analýzou aukčních schémat obnovitelných zdrojů energie a jejich implementací v konkrétních zemích, přičemž se soustřeďuje na větrnou energii. Popisuje kompenzační mechanismus ve Spolkové republice Německo pro úpravu podpory vykupované energie v lokalitách s různou větrností, uvažuje možné přínosy a potencionální úskalí zavedení aukčních schémat v České republice a obsahuje také matematický model pro odhad a výpočet cen větrné energie ve Spolkové republice Německo.

Klíčová slova

Aukční schémata OZE, aukce sealed-bid, aukce descending clock, hybridní aukce, aukce OZE v Brazílii, aukce OZE v Číně, aukce OZE v Jihoafrické republice, aukce OZE ve Spolkové republice Německo, kompenzační mechanismus cen energie, aukce OZE v České republice, odhad a výpočet aukční ceny.

Abstract

The master thesis presents the analysis of the auction schemes of renewable energy sources and their implementation in the specific countries with a focus on the wind energy. It describes the reference yield model in the Germany, potential benefits and pitfalls of implementation of the auction schemes in the Czech republic and it also includes the mathematical model for estimation and calculation of the auction prices of the wind energy in the Germany.

Key words

Auction schemes RE, sealed-bid auction, descending clock auction, hybrid auction, RE auctions in the Brazil, RE auctions in the China, RE auctions in the South African Republic, RE auctions in the Germany, reference yield model, RE auctions in the Czech Republic, estimation and calculation of the auction price.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval 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 18.5.2018

Bc. Martin Vinš

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval konzultantovi diplomové práce Ing. Stanislavu Průchovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	10
ÚVOD	11
1 AUKČNÍ SYSTÉMY VE SVĚTĚ	12
1.1 VLASTNOSTI AUKČNÍCH SCHÉMAT RE	13
1.2 AUKCE TYPU SEALED-BID.....	14
1.3 AUKCE TYPU DESCENDING CLOCK.....	15
1.4 HYBRIDNÍ AUKCE	15
1.5 ANALÝZA AUKČNÍCH SCHÉMAT	16
1.5.1 Výhody.....	16
1.5.2 Nevýhody.....	16
2 ZHODNOCENÍ DOPADŮ AUKCÍ PO JEJICH ZAVEDENÍ	18
2.1 BRAZÍLIE.....	18
2.1.1 Ekonomický, sociální a politický kontext	18
2.1.2 Vývoj od tarifové podpory k aukčním mechanismům.....	20
2.1.3 Popis a průběh aukce.....	21
2.1.4 Cenová analýza.....	23
2.1.5 Shrnutí aukčních schémat v Brazílii.....	25
2.2 ČÍNA.....	27
2.2.1 Ekonomický, sociální a politický kontext	27
2.2.2 Vývoj od tarifové podpory k aukčním mechanismům.....	29
2.2.3 Popis a průběh aukce.....	30
2.2.4 Cenová analýza.....	33
2.2.5 Shrnutí aukčních schémat v Číně	34
2.3 JIHOAFRICKÁ REPUBLIKA	36
2.3.1 Ekonomický, sociální a politický kontext	36
2.3.2 Vývoj od tarifové podpory k aukčním mechanismům.....	37
2.3.3 Popis a průběh aukce.....	38
2.3.4 Cenová analýza.....	39
2.3.5 Shrnutí aukčních schémat v Jihoafrické republice.....	41
2.4 SPOLKOVÁ REPUBLIKA NĚMECKO	42
2.4.1 Ekonomický, sociální a politický kontext	42
2.4.2 Vývoj od tarifové podpory k aukčním mechanismům.....	43
2.4.3 Popis a průběh aukce.....	44
2.4.4 Cenová analýza.....	45
2.4.5 Shrnutí aukčních schémat ve Spolkové republice Německo	47
3 DOPAD KOMPENZAČNÍHO MECHANISMU ZOHLEDŇUJÍCÍHO VĚTRNOST LOKALITY NA AUKČNÍ CENY ENERGIE Z VĚTRNÝCH ELEKTRÁREN V SRN	48
3.1 DŮVODY ZAVEDENÍ KOMPENZAČNÍHO MECHANISMU	48
3.2 TEORIE KOMPENZAČNÍHO MECHANISMU	48
3.3 KOMPENZAČNÍ MECHANISMUS V PRAXI.....	49
3.3.1 Určení hodnoty právního faktoru	49
4 MOŽNÉ PŘÍNOSY A POTENCIONÁLNÍ ÚSKALÍ ZAVEDENÍ AUKČNÍHO SYSTÉMU V ČR	53
4.1 PŘÍNOSY.....	53
2.4.2 Omezení rizika investorů.....	53
2.4.3 Nákladová efektivita.....	53

2.4.4	<i>Kontrola nákladů a instalovaného výkonu</i>	53
2.4.5	<i>Rozvoj domácího RE průmyslu</i>	54
4.2	ÚSKALÍ.....	54
2.4.2	<i>Nesouvislý rozvoj trhu (stop-and-go cykly)</i>	54
2.4.3	<i>Problém s účastí menších investorů</i>	55
2.4.4	<i>Podcenění projektu</i>	55
5	MODEL PRO ZJIŠTOVÁNÍ OČEKÁVANÉ AUKČNÍ CENY VĚTRNÉ ENERGIE V SRN	56
5.1	VÝBĚR PROJEKTŮ, KTERÉ SE MOHOU ÚČASTNIT AUKCE	56
5.2	ANALÝZA TRENDU PŘEDCHOZÍCH AUKCÍ	57
5.3	VÝPOČET OČEKÁVANÝCH AUKČNÍCH CEN PRO JEDNOTLIVÉ PROJEKTY	57
5.3.1	<i>Výpočet CAPEX</i>	58
5.3.2	<i>Výpočet OPEX</i>	58
5.3.3	<i>Výpočet 100% výtěžnosti (100% yield) a reálné výtěžnosti (Real yield)</i>	58
5.3.4	<i>Výpočet stavebních nákladů, připojení k síti, rezerv a nájmů</i>	60
5.3.5	<i>Výpočet opravného faktoru</i>	60
5.3.6	<i>Započítání inflace a zisků</i>	61
5.3.7	<i>Chyby a jejich omezení</i>	61
5.3.8	<i>Zhodnocení</i>	62
ZÁVĚR	64
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	66

Seznam symbolů a zkratek

<i>ANEEL</i>	Brazilský energetický regulační úřad
<i>CAPEX</i>	Capital Expenditures – investiční náklady (EUR)
<i>CF</i>	Corrective factor – opravný faktor (-)
<i>ČR</i>	Česká republika
<i>DOE</i>	Ministerstvo energetiky (JAR)
<i>EEG</i>	Zákon o obnovitelných zdrojích energie
<i>EU</i>	Evropská unie
<i>FEC</i>	Firm Energy Certificate (Brazílie)
<i>FiT</i>	Feed-in tariff – fixní tarif
<i>HDP</i>	Hrubý domácí produkt
<i>ISMO</i>	Independent System and Market Operator – nezávislý systémový a tržní operátor (JAR)
<i>k</i>	Konstanta pro výpočet 100% yield (MWh/y·m·MW)
<i>MME</i>	Ministerstvo energetiky a dolů (Brazílie)
<i>NDRC</i>	Cenový úřad pro národní rozvoj a Reformní komise (Čína)
<i>NEA</i>	Národní energetická správa (Čína)
<i>NERSA</i>	Národní energetický regulační orgán v Jihoafrické republice
<i>OPEX</i>	Operating Expense – provozní náklady (EUR/y)
<i>OPEX_{1MWh}</i>	Provozní náklady přepočítané na 1 MWh vyrobené energie (EUR/MWh)
<i>ØOPEX</i>	Průměrná roční hodnota provozních nákladů (EUR/y)
<i>P</i>	Jmenovitý výkon WTG (MW)
<i>PROINFA</i>	Stimulační program pro alternativní zdroje energie (Brazílie)
<i>QF</i>	Quality factor – faktor kvality (%)
<i>RE</i>	Renewable Energy – Obnovitelná energie
<i>REFIT</i>	Renewable Energy Feed-in tariff – tarif fixní podpory RE (JAR)
<i>REIPPP</i>	Renewable Energy Independent Power Producer Procurement (JAR)
<i>SRN</i>	Spolková republika Německo
<i>WTG</i>	Wind Turbine Generator
<i>100% yield</i>	Množství vyrobené energie konkrétním WTG za 1 rok pro potřeby výpočtu uvažováno jako referenční výtěžnost (MWh/y)

Úvod

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na aukční systémy pro podporu obnovitelných zdrojů energie. Popisuje jak vlastní typy aukčních schémat, jejich výhody a nevýhody, tak analyzuje implementaci těchto schémat ve vybraných zemích. Obsahuje také metodiku a výpočtový model pro určování očekávané aukční ceny větrné energie ve Spolkové republice Německo.

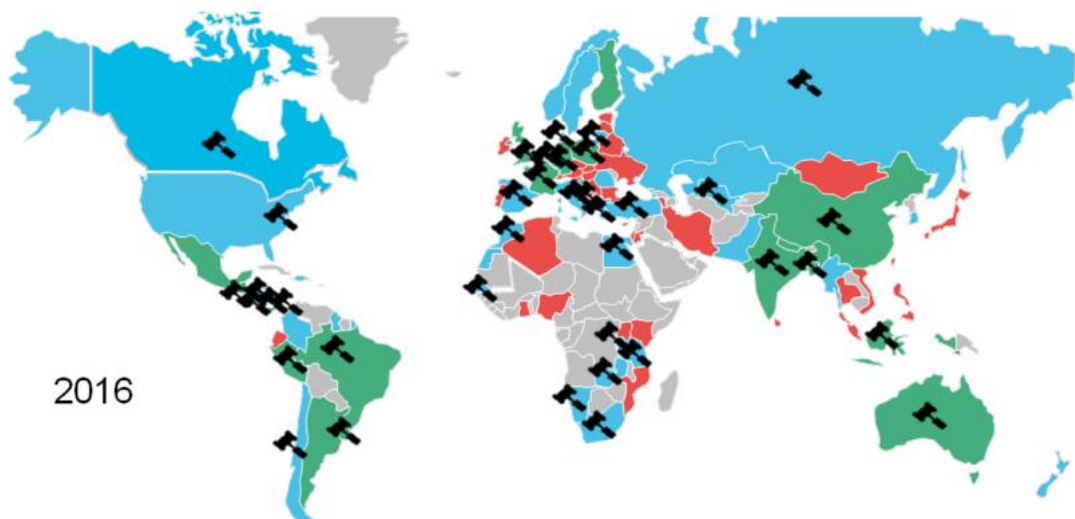
Text je rozdělen do pěti částí; první se zabývá problematikou aukčních schémat jako takových, popisuje jednotlivé typy aukčních schémat a zhodnocuje jejich výhody a nevýhody. Druhá část analyzuje implementaci aukčních schémat v Brazílii, Číně, Jihoafrické republice a Spolkové republice Německo a zhodnocuje jejich vliv na ceny obnovitelné energie. Třetí část popisuje princip, funkci a důsledky zavedení kompenzačního mechanismu ve Spolkové republice Německo upravujícího výši podpory vykupované energie pro lokality s různou větrností. Čtvrtá část analyzuje možné přínosy a úskalí zavedení aukčních schémat v České republice. Pátá část popisuje metodiku a obsahuje výpočtový model pro zjišťování očekávané aukční ceny větrné energie ve Spolkové republice Německo.

1 Aukční systémy ve světě

Budování nových a správu stávajících energetických zdrojů začaly provádět nevládní energetické společnosti v souladu s rostoucí decentralizací energetické výroby koncem 80. a počátkem 90. let. První aukce dlouhodobých energetických projektů proběhly v 90. letech mezi státními a soukromými energetickými společnostmi. [1]

Zpočátku byly implementovány do monopolních energetických trhů a staly se velmi populárními v zemích s liberalizovanými trhy kolem roku 2000. Se zavedením dalších reforem energetického sektoru v roce 2004 se rozhodlo, že aukce mají být prostředek k zajištění odpovídajícího výkonu nových zdrojů elektrické energie v řadě rozvojových zemí s rychle rostoucí spotřebou energie. [2]

Brazílie, Kanada, Chile, Čína, Irsko, Portugalsko a Velká Británie byly první země, které přijaly aukční systémy pro podporu zavádění nových obnovitelných zdrojů energie. V současnosti aukční mechanismy pro podporu obnovitelných zdrojů používá více než 40 zemí a stále se rozšiřují. [2]



Obr. 1: Zastoupení fixních tarifů (červeně), aukčních mechanismů (modře) a zemí využívající oba způsoby podpory (zeleně) ve světě v roce 2016 [1]

Avšak aukce se nutně nemusí využívat k zavádění obnovitelných zdrojů, také se často používají k zavádění konkrétního typu technologie a mohou existovat společně s jinou podporou (např. fixní tarify, viz *Obr. 1*). [2]

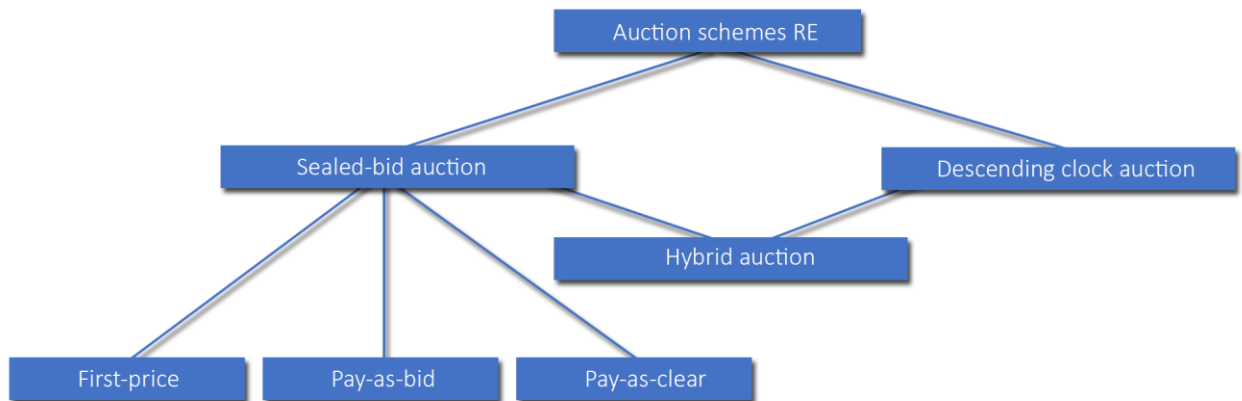
1.1 Vlastnosti aukčních schémat RE

Aukční schémata pro podporu obnovitelné energie (RE) se také označují jako poptávkové aukce, obrácené aukce, nebo veřejné aukce (na rozdíl od nabídkových aukcí). Jsou odlišné od jiných fixně založených režimů podpory, protože pouze vybrané energetické zdroje založené na RE mají z dané sazby podpory prospěch a tato sazba vychází z nabídky uvedené investory během aukčního procesu. Jednotlivé typy aukčních schémat (viz *Obr. 2*) jsou popsány v kapitolách 1.2 až 1.4. [15]

Všechny aukce RE mají následující průběh:

1. Vláda otevře aukční proces, nebo vydá výzvu k předkládání nabídek pro instalaci určitého výkonu RE dané technologie (aukce specifické pro danou technologii), nebo skupiny způsobilé technologie (aukce alternativní energie, nebo technologicky neutrální aukce). [15]
2. Vláda ukládá předem definované požadavky investorům, aby mohli podávat nabídky (např. důkaz o finanční způsobilosti, zajištěné pozemky, environmentální povolení). Od investorů jsou také vyžadovány záruky, že bude zajištěno úspěšné dokončení projektu. [15]
3. Investoři, kteří se účastní aukce, předkládají nabídku s cenou za jednotku elektrické energie, za kterou jsou schopni projekt zrealizovat. V případech, kdy je vyhlášena předkvalifikační fáze, dochází k výběru účastníků oprávněných k účasti v aukci. [15]
4. Vláda hodnotí projekty na základě cen a dalších kritérií, jako je podíl zařízení z lokálního průmyslu, technologická specifikace a environmentální požadavky. [15]

5. Smlouva o výkupu energie je podepsána s preferovanými investory (na základě nejnižší ceny, pokud je hodnocení založeno pouze na ceně, nebo na základě nejvyššího počtu bodů, pokud je hodnocení založeno na několika faktorech). Tato smlouva poskytuje daným zdrojům RE pevnou výkupní cenu energie na stanovený počet let a garanci jejího odkupu. [15]



Obr. 2: Blokové znázornění jednotlivých typů aukcí RE

1.2 Aukce typu sealed-bid

V tomto typu aukce investoři současně předloží své nabídky cen energie a velikostí nabízených výkonů. Jednotliví investoři si nejsou vědomi, jaké nabídky předložili ostatní. Nabídky, které splnily všechny povinné požadavky v nabídkovém řízení, jsou seřazeny od nejnižších po nejvyšší ceny za jednotku energie, pokud je hodnocení pouze na základě ceny. [15]

Počínaje nejnižší cenou jsou projekty přidělovány až do naplnění množství výkonu poptávaného aukcí. V souladu s požadavky vlády existuje možnost řadit projekty nejen podle ceny, ale také podle komplexnějšího souboru kritérií. V takovém případě nemusí být vybrané projekty s tou nejnižší cenou, ale ty, které zaručují nejperspektivnější investici. [15]

Aukce typu sealed-bid může být:

Aukce typu first-price, která je cílena na přidělení podpory jediného projektu jedinému investorovi (např. 160 MW soustředěného solárního výkonu). [15]

Aukce typu pay-as-bid, která je cílena na přidělení podpory více projektům s rozdílnými cenami za jednotku energie více než jednomu investorovi. Rozdělení poptávaného výkonu

na více než jednoho investora snižuje riziko nenaplnění poptávky, pokud projekt není dokončen včas, nebo vůbec. [15]

Aukce typu pay-as-clear, která je podobně jako aukce typu pay-as-bid cílena na přidělení podpory více projektům s rozdílnými cenami za jednotku energie více než jednomu investorovi, avšak po ukončení aukce všichni vítězové obdrží jednotnou cenu ve výši nejvyšší vítězné ceny. [15]

Výběr nabídek může probíhat v jedné nebo dvou fázích. Při dvoufázovém výběru procházejí projekty počáteční předkvalifikací, aby byli vybráni pouze kandidáti, kterým bude povoleno učinit nabídku a postoupit do druhé fáze. Předkvalifikace se používá v některých specifických případech, zejména u velkých nebo technicky náročných projektů. Tím se zúží výběr pouze na ty, kteří jsou schopni dodržovat podmínky smlouvy a finančně projekt dokončit. [15]

1.3 Aukce typu descending clock

Tento typ aukce využívá vícestupňové nabídky, u kterých zřizovatel oznamuje aktuální cenu za jednotku vyrobené RE. V aukci jde o získání práva pro investory na zřízení výroby RE o výkonu, který je pro investora výhodný za cenu energie, která byla oznámena. Zřizovatel postupně snižuje cenu (což vede ke snižování výkonů nabízených investory), dokud nabízené množství výkonu neodpovídá poptávanému množství. Jde o dynamičtější aukční systém, kde každý investor zná nabídky ostatních a je schopen na ně reagovat. [15]

1.4 Hybridní aukce

Jedná se o typ aukce, kde první fáze funguje jako aukce typu descending clock a druhá jako aukce typu sealed-bid pay-as-bid. Cílem je využití výhod obou aukčních systémů, tj. nalezení nejnižší ceny energie z poptávaného výkonu a zároveň zabránění vzniku dohod mezi malým počtem investorů. Konečná cena je tedy stanovena v aukci typu sealed-bid. [15]

1.5 Analýza aukčních schémat

1.5.1 Výhody

Aukce omezují rizika investorů, protože nabízejí garantované příjmy za určité časové období. Elektrárny založené na RE mají garantovaný výkup energie za pevně stanovenou cenu a zaručené připojení k síti, obojí deklarované smlouvou. [15]

Doba trvání kontraktu (obvykle mezi 15 a 25 lety) potom představuje další prvek bezpečnosti. Toto další snížení rizika investice má pravděpodobně vliv právě na výslednou nižší cenu za jednotku nabízené energie. [15]

Aukce vedou k nákladové efektivitě díky cenové konkurenci. Vytvoření konkurenčního prostředí vede ke snižování výkupních cen a vítězná cena může být uvažována jako reflexe skutečných nákladů (snižují se přeplatky z fixních tarifů). [15]

Ceny energie a celkové náklady aukce mohou být limitovány předem stanovenými maximálními náklady, nad které nejsou nabídky do aukce zařazovány. [15]

Aukce jsou užitečné pro rozpočtovou kontrolu (maximální náklady) a kontrolu instalovaného výkonu, protože udávají výkonové omezení zdrojů, které se musí zohlednit už při jejich návrhu. Dobře naplánované aukce mohou zvýšit předvídatelnost dodávky energie z RE. Vzhledem k tomu, že aukce mohou být přizpůsobeny potřebám střednědobých dodávek, může dojít k usnadnění budoucího plánování a lepšímu předvídání budoucích trendů dodávek. [15]

Výběr investora na základě jiných požadavků než nejnižší ceny umožňuje dosažení několika různých cílů. Projekty mohou dosahovat lepšího bodového hodnocení, pokud mají být budovány v oblastech s vysokou spotřebou nebo oblastech, kde momentálně chybí přístup k elektřině atp. [15]

1.5.2 Nevýhody

Aukce mohou vést k nesouvislému rozvoji trhu. Pokud aukce nemají pevně stanovený rozvrh, který zaručuje jejich pravidelné konání (např. více než jednou za rok), mohou nastávat

tzv. stop-and-go cykly, kdy bude výstavba nových zdrojů soustředěna pouze do období po konání aukcí. Následně může začít docházet k narušování celého výrobního řetězce. [15]

Účast v aukcích vyžaduje zdroje, kterými menší nebo nové společnosti nemusejí disponovat. Riziko pro investory, že nakonec projekt nezískají, je poměrně vysoké, zvláště ve velmi konkurenčních aukcích. Pro získání smlouvy musí investor předložit studie proveditelnosti a povolení k využití pozemků, čímž přibývají náklady s poměrně malou jistotou jejich návratnosti. Proto se aukce hodí spíše pro větší a zavedené společnosti, které si mohou dovolit krýt tyto počáteční náklady. [15]

Silně konkurenční aukce mohou vést k podcenění projektu. V rámci aukce vzniká tlak na investory, aby nabídli co nejnižší cenu. Vážným rizikem se stává, že investoři nabídnou příliš nízkou cenu a celý projekt nebudou moci zrealizovat, protože návratnost investice by byla příliš nízká. Existuje také riziko, že investoři nabídnou záměrně nízkou cenu a po vítězství v aukci začnou tlačit na zřizovatele aukce, aby zpětně zvýšil ceny. V praxi je podcenění a následné zrušení projektu poměrně časté. [15]

2 Zhodnocení dopadů aukcí po jejich zavedení

Jelikož jsou RE aukce aktuálně ve světě značně využívány, bylo nutno vybrat pro zhodnocení jejich dopadů pouze některé státy. Jelikož každý stát má vlastní metodu uplatňování RE aukcí z hlediska ekonomického, sociálního a politického kontextu, byly vybrány 4 takové státy, aby bylo poskytnuté co nejrozmanitější spektrum příkladů použití RE aukcí (různá politická a ekonomická situace a různé typy aukcí).

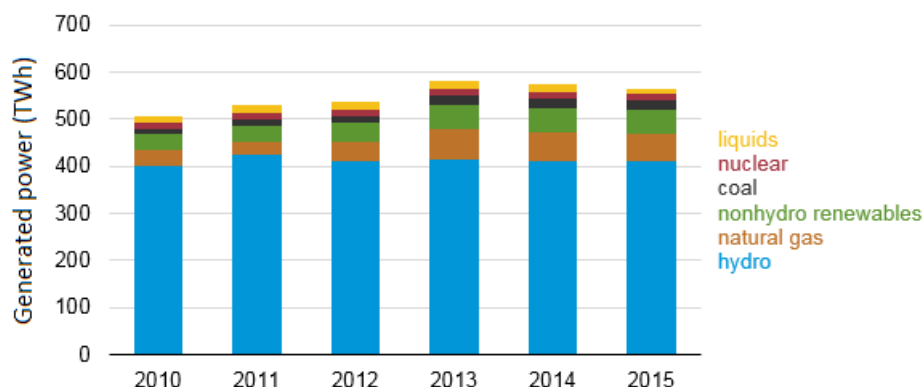
V této části budou analyzovány státy: Brazílie, Čína, Jihoafrická republika a Spolková republika Německo.

2.1 Brazílie

2.1.1 Ekonomický, sociální a politický kontext

Jedná se o zemi s velmi rychle rostoucím HDP (průměrně o 4 % meziročně v letech 2007 - 2011). Jako země s rostoucí ekonomikou by měla být výbornou investiční příležitostí, avšak index Světové banky pro náročnost podnikání ji hodnotí jako problematickou. Nicméně v analýze atraktivity investic do obnovitelných zdrojů energie dosahovala lepšího hodnocení, což indikuje atraktivní trh pro obnovitelné zdroje energie. [7]

Brazilský energetický sektor byl v 90. letech privatizován. Jedním z hlavních důvodů byla potřeba rozšíření výroby, aby byly zabezpečeny potřebné dodávky energie. Spotřeba energie v Brazílii roste přibližně o 5 % ročně, což představuje potřebu navýšení instalovaného výkonu o zhruba 5 GW. [2]



Obr. 3: Brazilský energetický mix 2010-2015 s patrným trendem růstu RE (zeleně) [4]

Většina země je propojena přes centrální přenosovou soustavu. Pouze některé oblasti v Amazonii pracují jako ostrovní systémy kvůli složité geografii oblasti. Přenosovou soustavu provozuje 64 společností, které získaly povolení prostřednictvím veřejných výběrových řízení podporovaných Brazílským energetickým regulačním úřadem (ANEEL). [2]

Distribuční soustavu provozuje 63 společností odpovědných za dodávky pro více než 61 milionů spotřebitelů. [2]

Energetickou politiku v zemi řídí Ministerstvo energetiky a dolů (MME), přičemž ANEEL slouží jako regulační orgán pro trh s elektřinou a je také zodpovědný za organizování a řízení energetických aukcí, upravuje přenos i distribuci energie, přičemž hlavními kontrolovanými body jsou tarify a kvalita služeb. [2]

Brazílský potenciál pro RE (včetně velkých vodních elektráren) je čtvrtý největší na světě. Kolem 80 % produkce pochází z vodních elektráren. I přes toto masivní nasazení vodních elektráren podporuje Brazílie výstavbu jiných obnovitelných zdrojů, zejména z následujících důvodů:

1. Bohatý potenciál zdrojů RE. [2]
2. Geografická komplementárnost výroby vodní energie a větrné energie na severovýchodě země, vodní energie a biomasy na jihovýchodě země. [2]
3. Ostatní RE zdroje mají kratší dobu výstavby než velké vodní elektrárny a pomáhají tak snižovat nejistotu z nepokrytí spotřeby. [2]
4. Blízkost lokalit s velkým RE potenciálem a lokalit s velkou spotřebou indikuje minimalizaci přenosových nákladů. [2]
5. Zvyšující se flexibilita pro kompenzace výrobních a spotřebních výkyvů. [2]

Desetiletý vládní plán pro rozšiřování výroby energie do roku 2020 počítá s dosažením 16 % výroby energie, která bude založená na jiné RE než vodě. Díky tomu v Brazílii začaly

fungovat systémy podpory pro výstavbu RE zdrojů. FiT v letech 2002 až 2006 a aukce zaměřené na specifickou technologii od roku 2007. [2]

2.1.2 Vývoj od tarifové podpory k aukčním mechanismům

V roce 2002 vytvořila Brazilská vláda systém podpory FiT (Feed-in Tariff neboli fixní tarifní podpora) pro podporu nových RE zdrojů založených na větrné energii, biomase a malých vodních tocích. Počátečním cílem bylo dosažení instalovaného výkonu 3 300 MW do roku 2009 (1 100 MW pro každou z těchto technologií). Vzhledem k pomalému startu a počátečním problémům se začleněním podpory bylo dosaženo instalovaného výkonu 2 888 MW se 132 projekty (60 projektů s 1 157 MW pro malé vodní elektrárny, 51 projektů s 1 182 MW pro větrné elektrárny a 21 projektů s 550 MW pro elektrárny na biomasu). [2]

Mezní termín pro přihlašování nových projektů byl stanoven na prosinec roku 2006, ale došlo k jeho několikerému prodloužení až do roku 2012. Schválené projekty jsou podporovány 20 let a financování probíhá skrz speciální poplatky za elektřinu účtované koncovým odběratelům. Tento systém podpory byl pro investory pro každou technologii zhruba srovnatelně atraktivní (150 USD/MWh pro větrnou energii, 96 USD/MWh pro energii z malých vodních elektráren a 70 USD/MWh pro energii z biomasy). [2]

Docházelo však ke značným zpožděním a překračování nákladů v důsledku připojování k síti a problémům s environmentálními povoleními. Kritéria pro hodnocení kvalifikovaného projektu byla založena na datu environmentálního povolení (čím starší povolení, tím vyšší priorita projektu v pořadí), ačkoli byl zavedený postup pro získání tohoto povolení při každém stupni realizace projektu, tak se požadavky někdy lišily a povolení bylo obtížné získat. To vedlo k rozkvětu černého trhu s environmentálními povoleními. Další zpoždění specifická pro větrné elektrárny nastala v důsledku lokálních požadavků na výstavbu, kdy 60 % zařízení a 90 % pracovní síly muselo pocházet z lokálních oblastí, aby bylo možné obdržet podporu od Brazilské národní rozvojové banky (vládou financované agentury zodpovědné za většinu projektového financování v zemi). [2]

V roce 2004 byl poprvé představen právní rámec pro využívání energetických aukcí jako mechanismu pro zajištění adekvátní výstavby RE zdrojů a zásobování RE. Centralizovaný proces zadávání zakázek organizovaný vládou vycházel z prognózy zatížení distribučních společností. Stávající a nové generace projektů v různých stádiích měly být zpětně opatřeny

jednotným energetickým certifikátem (FEC – Firm Energy Certificate). Právní rámec energetických aukcí byl definován díky změně politické situace v zemi jako symbol schopnosti jednat. První technologicky zaměřená aukce (biomasa a malé vodní elektrárny) se konala v roce 2007. Původní motivace pro aukce byla cenová transparentnost, vyšší efektivita v rámci veřejných zakázek a snižování informační nesymetrie mezi průmyslovou soukromou a státní sférou. Od roku 2008 dochází ke každoročnímu konání aukcí pro podporu nových RE projektů. [2]



Tab. 1: FiT vs. aukční podpora výstavby nových projektů RE v Brazílii v letech 2000-2012 [2]

2.1.3 Popis a průběh aukce

Aukční proces je veden regulačním orgánem (ANEEL) v souladu s pokyny MME. Aukční výbor definuje hlavní cíle aukce, které jsou následně předávány ostatním institucím (Komisi pro komercializaci elektrické energie, která je zodpovědná za stanovení cen, lokalizace kontraktů a vedení energetických aukcí a Energetické výzkumné společnosti, která je součástí MME a poskytuje podporu skrze plánování energetického sektoru). Aukční výbor následně definuje aukci, navrhne cenové limity, připraví aukční dokumenty a zkoordinuje se s přenosovým plánováním. [7]

Aukce nových výkonů se využívají k realizování nových zdrojů potřebných pro uspokojení energetické poptávky (technologicky neutrální, nebo specifické). Pro všechny uzavřené aukční kontrakty platí podmínka započítání dodávek do tří (A-3 aukce), nebo pěti (A-5 aukce) let. A-3 aukce se obvykle používají pro větrné, solární a malé vodní elektrárny. A-5 aukce se používají pro rozsáhlejší kampaně vodních a konvenčních zdrojů energie, kde je zapotřebí pětileté plánování, ale v současnosti byly využívány i pro podporu výstavby ostatních RE zdrojů. [7]

Průměrně se pořádá jedna aukce typu A-3 a jedna aukce typu A-5 každý rok. Distribuční společnosti nejprve deklarují své výkonové požadavky a centrální zadávání veřejných zakázek zajistí, že vítězní investoři podepíší bilaterální smlouvy s každou distribuční společností a to v poměru jejich výkonových požadavků, bez jakýchkoli záruk vlády. FEC musí být uděleny na každých 100 MW výkonu, jejich počet musí tedy odpovídat celkovému vydraženému výkonu. Regulační orgán udělí FEC každému zdroji v soustavě. Tento typ aukce je obvykle určen pro rozsáhlou výstavbu zdrojů RE a konvenční energie. [7]

Aukce rezervních výkonů jsou organizovány pro účely získání podpůrné energie pro zvýšení výkonu systémové rezervní zálohy. Využitím aukce rezervních výkonů může vláda uzavřít smlouvu na dané množství výkonu, i když nebylo deklarováno distribučními společnostmi a projektům nemusí být udělen FEC. Tento typ aukce je také určen pro výstavbu RE zdrojů, přičemž regulační orgán určí poptávané technologie a výkony. Aukce mohou být tedy specifické pro jednu konkrétní technologii (biomasa v roce 2008, nebo vítr v roce 2009), popř. několik technologií (malé vodní elektrárny, biomasa a větrná energie v roce 2010). Nejsou příliš vhodné pro výstavbu RE zdrojů, protože neposkytují garanci stálého výkupu energie, avšak požadavky jsou méně přísné a náklady nižší. [7]

Pro aukce samotné je využíván hybridní typ aukce (viz kapitola 1.4). Kdy v první fázi (aukce typu descending clock) dochází k nalezení stropní ceny. Aukce je zahájena s vysokou vyvolávací cenou, protože se očekává, že se vytvoří přebytek nabídek, investoři také uvádějí množství výkonu, které by mohli nabídnout za danou cenu. Dokud je nabídka výkonu nadměrná, zřizovatel snižuje cenu. Aukce končí, když je nabízený výkon roven požadovanému výkonu (s malým přebytkem na straně nabídky). Tento přebytek na straně nabídky je využit v druhé fázi k udržení konkurenčního prostředí mezi investory. Během druhé fáze (aukce typu sealed-bid pay-as-bid) nabídnou vítězové první fáze aukce konečnou zapečetěnou cenu, která nesmí být vyšší než stropní cena z první fáze. Z nabídek se pokryje skutečný poptávaný výkon a dojde k ujištění, že mezi malým počtem investorů neexistuje žádná tajná dohoda pro stanovení konečné ceny. [15]

Pro účast v aukci jsou investoři povinni složit zálohu ve formě dluhopisů v hodnotě nejméně 1 % z předpokládaných nákladů celého projektu (které musí být deklarovány investorem a schváleny regulačním orgánem). Tato záruka je vrácena po podepsání smlouvy (pokud investor vyhraje aukci), nebo ihned po skončení aukce (pokud investor aukci

nevyhraje). Vítězové aukce musí složit záruku dokončení projektu ve výši 5 % investičních nákladů, které jsou uvolněny po určitých dokončených etapách projektu. Během období, kdy dojde ke zpoždění výstavby elektrárny, může být projekt několikrát penalizován právě prostřednictvím záruky dokončení projektu a regulační orgán má právo požádat o zrušení smlouvy v případech delšího zpoždění než 1 rok pro jednotlivé etapy projektu. [15]

Dokončený projekt může být také penalizován, pokud produkce energie neodpovídá smluvené hodnotě. V případě, že roční produkce energie je nižší než 90 % smluveného množství, je investor kromě peněžního deficitu v následujícím roce penalizován za každou jednotku nedodané energie, za kterou musí zaplatit 115 % její smluvené výkupní ceny. Pokud je roční produkce energie vyšší než 130 % smluveného množství, je nadbytečná energie vykupována za fixní sazbu ve výši 70 % smluvené ceny a přebytek 30 % je kumulován pro zaúčtování v následujícím roce. Jakákoli odchylka vyrobené energie pod 90 %, nebo přes 130 % je započítána pro příští 4 roky a může být použita pro zaúčtování kteréhokoli z těchto čtyř let (čtyřleté pravidlo). [15]

2.1.4 Cenová analýza

V letech 2005 až 2012 bylo smluveno celkem 62 GW elektrického výkonu prostřednictvím 25 aukcí pro nové výkony (včetně 9 RE aukcí). Bylo schváleno 443 projektů všech technologií (z toho 40 % velkých vodních elektráren a 20 % ostatních RE zdrojů). Tyto aukce byly pořádány jako kombinace aukcí nových a rezervních výkonů. [2]

V roce 2007 byla uspořádána první aukce pro podporu RE (malé vodní elektrárny a biomasa). Po vyhlášení aukce se zaregistrovalo 143 projektů (celkový objem výkonu byl 4 570 MW), ale ANEEL kvalifikoval pouze 87 projektů, které se aukčního procesu mohly zúčastnit (celkový objem výkonu byl 2 803 MW). Zbývající projekty nesplňovaly některé technické požadavky jako environmentální povolení, nebo byl problém s připojením k síti. Aukce vyústila v kontrakty na energii z biomasy o celkovém výkonu 541 MW (průměrně 73,07 USD/MWh) a energii z malých vodních elektráren o celkovém výkonu 97 MW (průměrně 71,04 USD/MWh). Všechny tyto projekty realizovalo celkem 17 společností, což bylo relativně malé množství, částečně v důsledku vyšších celních sazeb, které PROINFA (Stimulační program pro alternativní zdroje energie) nabízela ve snaze podpořit regionální společnosti. [2]

NAME OF AUCTION	AUCTION TYPE	TECHNOLOGY	TOTAL CAPACITY (MW)	AVERAGE PRICE (USD PER MWh)
1 st Alternative Energy Auction 18-Jun-07	Alternative Energy	Small Hydro	97	71.04
		Biomass	541	73.07
1 st Capacity Auction (Biomass) 14-Aug-08	Technology Specific	Biomass	1284	36.50
2 nd Capacity Auction (Wind) 14-Aug-09	Technology Specific	Wind	1806	84.79
3 rd Capacity Auction 26-Aug-10	Technology Specific	Small Hydro	30	74.70
		Biomass	648	76.84
		Wind	528	70.10
2 nd Alternative Energy Auction 27-Aug-10	Alternative Energy	Small Hydro	101	83.69
		Wind	1520	78.81
		Biomass	65	76.83
12 th Energy Auction 17-Aug-11	Technology Specific	Wind	1068	62.84
		Biomass	198	64.65
4 th Capacity Auction 18-Aug-11	Alternative Energy	Wind	921	62.27
		Biomass	297	62.32
13 th Energy Auction 20-Dec-11	Technology Neutral	Wind	977	56.9
		Biomass	100	53.76
		Large Hydro	135	49.47
14 th Energy Auction	Cancelled			
15 th Energy Auction 14-Dec-12	Technology Neutral	Wind	289	42.09
		Large Hydro	294	42.42

Tab. 2: Aukce pro podporu RE pořádané v Brazílii v letech 2007-2012 [2]

V roce 2008 se uskutečnila první aukce zaměřená pouze na podporu biomasy. Přihlásilo se 31 projektů o celkovém výkonu 2 319 MW, kdy vítězná nabídka snížila průměrnou cenu na 36,50 USD/MWh, což ale můžeme označit za výjimečné, neboť cena za energii biomasy opět vzrostla v následujících aukcích. [2]

První aukce pro podporu čistě větrné energie se uskutečnila v roce 2009. Po jejím oznámení se přihlásilo 441 projektů, z nichž 339 splnilo všechny požadavky (celkový výkon byl 11 100 MW). Zvítězilo 71 projektů (s celkovým výkonem 1 806 MW), kdy průměrná cena dosáhla hodnoty 84,79 USD/MWh, což je 26 % pod hranicí cenového stropu prvního aukčního kola (viz kapitola 2.1.3). Projekty s podporou 20 let byly dokončeny v roce 2014. Kromě zvýšení podílu větrné energie v energetickém mixu bylo jedním z důvodů, proč se v roce 2009 jednalo pouze o aukci na podporu větrné energie stanovení její tržní ceny. Kvůli tehdejší finanční krizi měla tato aukce prospěch ze snížených nákladů na zařízení

větrných elektráren a vytvořila tak silně konkurenční prostředí mezi investory. Zařazení mezi aukce rezervních výkonů mělo za následek další podpoření konkurence jednotlivých projektů, protože investoři nemuseli projekty opatřit příslušnými FEC. Nicméně byla implementována pravidla pro výstavbu a sankce za jejich nedodržování (viz kapitola 2.1.3). [7]

Aukce rezervních výkonů z roku 2011 umožňovala přihlášení jak RE zdrojů, tak tepelných elektráren na zemní plyn. Což vyústilo ve smlouzení 1 218 MW RE výkonu (921 MW z větrných elektráren, 297 MW z biomasy). Zatímco byla průměrná cena větrné energie 62,27 USD/MWh, byla průměrná cena za energii ze zemního plynu 65 USD/MWh. Větrná energie tedy dosáhla nižší výkupní ceny, než energie ze zemního plynu. [2]

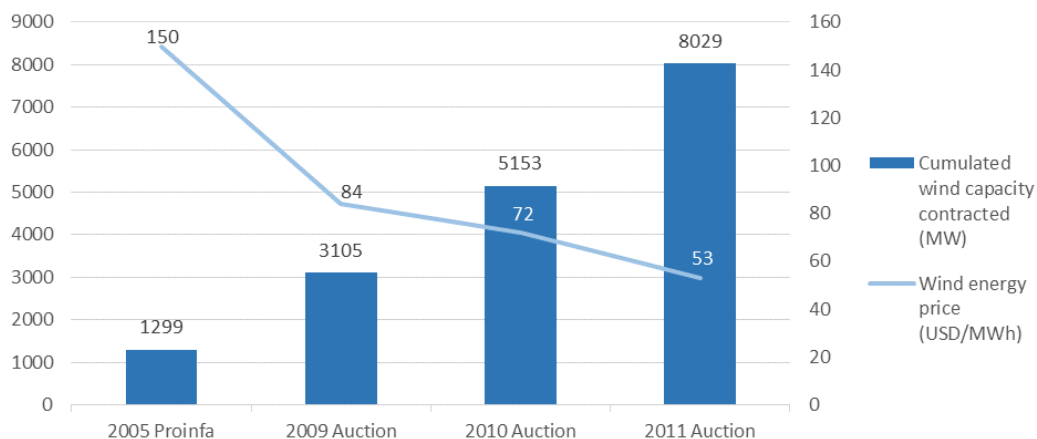
Po proběhnutí prvních technologicky zaměřených aukcí a podepsání smluv bylo patrné, že všechny technologie obdrží nižší finanční podporu než v případě fixních tarifů. Také je patrný klesající trend (viz *Tab. 2*), kdy se postupně snižuje výkupní cena za jednotku výkonu každého RE zdroje, což je nejvíce patrné u větrné energie. V roce 2012 došlo ke zrušení aukce kvůli nízkému výkonu poptávanému distribučními společnostmi, avšak později v průběhu téhož roku došlo k vyhlášení jiné aukce, tentokrát ale s menšími výkonovými objemy, čímž došlo ke zpomalení aukčního procesu. [7]

2.1.5 Shrnutí aukčních schémat v Brazílii

Aukce v Brazílii umožnily uzavření smluv na instalování významného elektrického výkonu na bázi RE. Došlo ke značnému snížení nákladů u výstavby nových RE zdrojů, zejména větrných elektráren, které se staly nejrychleji se rozšiřující obnovitelnou technologií a nyní tvoří významnou část domácího průmyslu. [2]

Shrnutí klíčových bodů plynoucích z Brazílských aukcí:

Větší výkon na bázi RE a nižší ceny za jednotku energie po přechodu na aukční systém. Aukce v letech 2008 až 2011 (malé vodní elektrárny, větrné elektrárny a biomasa) vedly k celkovému instalovanému výkonu RE přesahujícím 10 GW. *Obr. 4* znázorňuje instalovaný výkon větrných elektráren (v roce 2002 startuje program fixní podpory PROINFA), který vystoupá na až na 8 GW do roku 2011, přičemž je zároveň patrný klesající trend ceny (od roku 2005) za 1 MWh, kdy 150 USD/MWh byl standardní FiT tarif. Aukce se tedy ukázaly velmi účinné při podpoře růstu a zavádění RE v Brazílii. [2]



Obr. 4: Instalovaný výkon větrných elektráren vs. klesající cena za 1 MWh v Brazílii [2]

Požadavky na lokální původ zařízení podpořily domácí větrný průmysl. Zpoždění první aukce zaměřené na větrnou energii bylo zapříčiněno požadavkem na 60 % zařízení z lokálního průmyslu, protože v té době existoval pouze jediný výrobce. Ze 71 projektů smluvených v roce 2009 bylo 51 zpožděno kvůli obtížím s financováním, problémům se schválením environmentálního povolení, nebo zpožděním při instalaci větrných turbín během smluvené tříleté řádné doby výstavby (A-3 aukce). Úspěch při schvalování projektů zahraničních investorů se vstupy společností (General Electric, Alston, Vestas, Siemens, Suzlon a Gamesa) na brazilský trh svědčí o tom, že aukce přispěly k růstu domácího větrného průmyslu. [2]

Technologicky zaměřené aukce podpořily rozvoj RE. Před rokem 2010 byly všechny RE aukce zaměřené na konkrétní technologii. To vedlo k rozvoji trhu a celkově ke zvýšení vzájemné konkurence všech zdrojů RE. Během technologicky neutrální dražby v roce 2011 dokonce dokázaly větrné elektrárny i elektrárny na biomasu v průměrné ceně za 1 MWh vyrobené energie překonat elektrárny na zemní plyn. Ačkoli je třeba poznamenat, že větrná energie a energie ze zemního plynu nemůže soutěžit o zakázky za stejných podmínek, protože obě technologie dodávají energii s různou spolehlivostí a možností regulace. Větrná energie se stala jasným vítězem v nedávných RE aukcích (nejvíce připojeného výkonu) a existují silné obavy, že vítr může vytlačit energii z biomasy a malé vodní elektrárny. Také existuje riziko, že by toto dominantní postavení větrné energie mohlo odradit od většího vstupu na RE trh např. fotovoltaiku, která za současných podmínek nedokáže větrné energii konkurovat. V důsledku toho byly zavedeny některé podpůrné programy pro solární systémy. Pro podporu rozsáhlejšího umístění solárních elektráren by vláda mohla využít technologicky zaměřených

aukcí pro velmi malé výkony, které by otestovaly trh a pomohly lépe určit skutečnou tržní cenu solární energie. [2]

Aukční systém vedl k divoké konkurenční soutěži s relativně nízkými zisky pro investory v následujících letech. Jelikož aukční systém vyvolal silnou konkurenční soutěž, došlo ke značnému snížení ceny výroby RE. Nicméně ceny během aukcí v roce 2010 a 2011 vyvolaly obavy ohledně realizace projektů. V roce 2010 nejméně 40 % větrných elektráren dosahovalo návratnost investice pod 10 %. [2]

Brazílie zavedla systém penalizací a odměn za dodržování smluvených podmínek. Vedle odměn a sankcí za roční odchylky výroby nad, nebo pod dohodnutým objemem (viz kapitola 2.1.3) nabízí čtyřleté pravidlo investorům určitou flexibilitu tím, že umožňuje zvyšovat a snižovat produkci tak, aby se kompenzovala produkce v příštích letech. [2]

Využití hybridního aukčního systému se ukázalo velmi efektivní. První fáze stanoví stropní cenu nabídek a druhá fáze zajistí silně konkurenční prostředí mezi investory. Také došlo k účinnému zamezení tajných dohod, které by záměrně zvyšovaly nabízenou cenu. [2]

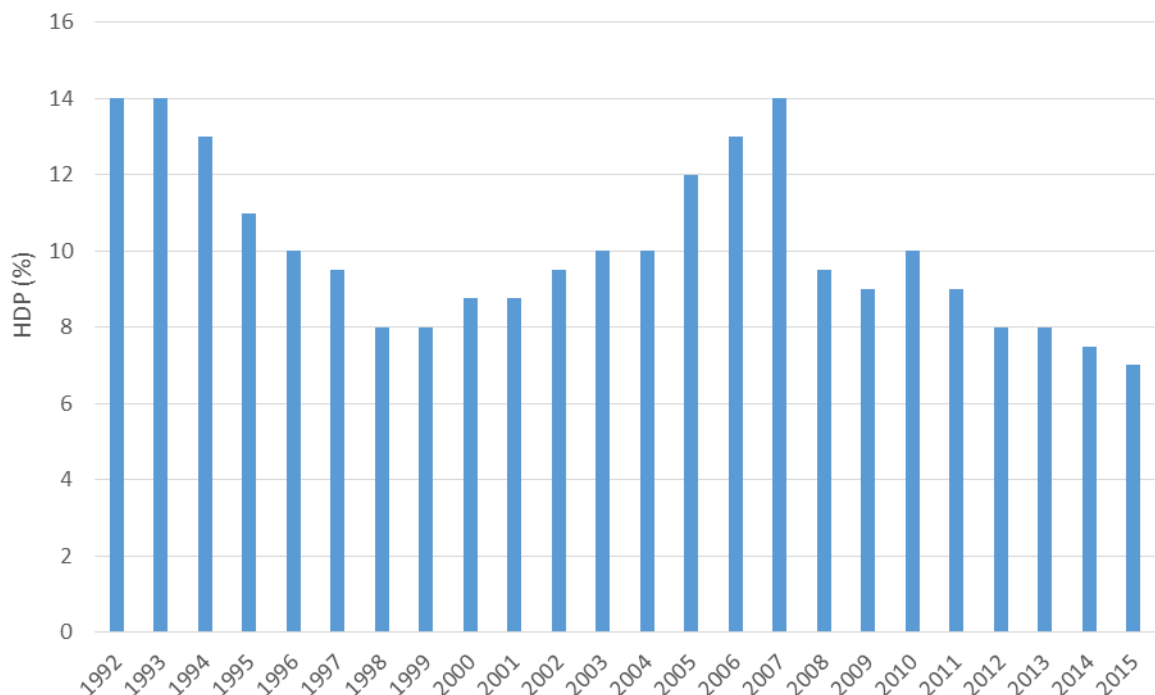
2.2 Čína

2.2.1 Ekonomický, sociální a politický kontext

Čína trvale zaznamenává vysoký meziroční růst HDP, který sice v posledních letech zpomaluje, ale vždy bývá vyšší než 6 %. Čína byla Světovou Bankou označena jako země s nižším středním příjmem. Investiční podmínky v Číně jsou hodnoceny jako střední. Hlavním důvodem je, že investice soukromého sektoru jsou silně omezené a regulované, zejména v energetice. Nicméně v posledních letech nařízení čínské vlády podporovala soukromé investice. [2]

Právě probíhá přechod čínského energetického sektoru z centralizovaného na liberalizovaný. Decentralizace začala koncem osmdesátých let, kdy byl výrobní sektor otevřen novým investorům z veřejné i soukromé sféry. Nejvýznamnější změny se uskutečnily v roce 2002, kdy Státní Energetické Sdružení, které dosud vlastnilo 46 % výroby a 90 % přenosových kapacit bylo rozděleno na 11 menších společností, což vedlo k oddělení přenosu a distribuce. Většina elektrické energie je obchodována v rámci dlouhodobých kontraktů

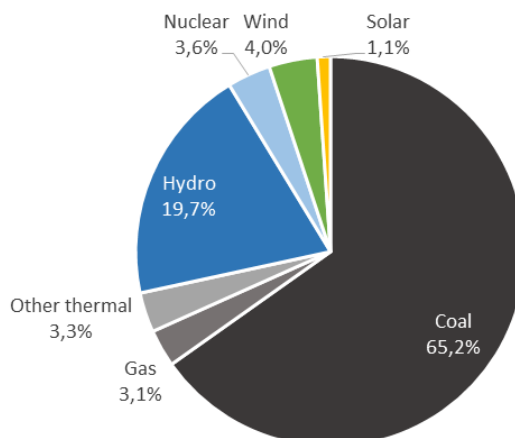
v modelu jednoho kupujícího za pevně stanovenou výrobní cenu nastavenou Cenovým úřadem pro národní rozvoj a Reformní komisí (NDRC). Energetický trh je regulován NDRC, která je mimo jiné odpovědná za stanovení tarifů, úrovně podpory energie na bázi RE a schvalování výstavby nových elektráren. Co se týče výroby, tzv. Big Five (Velká Pětka státních energetických společností, jimiž jsou Huaneng, Guodian, Datang, Huadian a China Power Investment) produkuje 49 % elektrické energie v zemi, přičemž druhá polovina je produkována místními vládními, polosoukromými a soukromými společnostmi. Oddělení přenosu a distribuce dlouhodobě nevydrželo a aktuálně je všech 6 regionálních sítí v zemi kontrolováno převážně dvěma státními společnostmi. [2]



Obr. 5: Znárodnění čínské procentuálního meziročního HDP [5]

Jakožto jedné z nejrychleji rostoucích ekonomik světa se rapidně zvyšuje čínská energetická spotřeba, což vyvolává silnou potřebu dalších výrobních zdrojů. V roce 2010 dosáhla výroba elektřiny 3 938 TWh, s největším podílem uhelných elektráren a 18,3 % RE zdrojů (převážně velké vodní elektrárny). Obavy o energetickou soběstačnost závislé na importu fosilních paliv donutily Čínu, aby využila své možnosti v oblasti RE. Aktuálně dochází k silnému nárůstu podílu solární a větrné energie v čínském energetickém mixu. S cílem dále zvýšit podíl RE stanovil 12. čínský pětiletý plán cíl, aby zdroje RE dosáhly do roku 2015 9,5 % pokrytí celkové spotřeby energie a 20 % roční výroby energie. V roce 2012 byly cíle definovány takto: 100 GW větrné energie, 35 GW solární energie a 290 GW

vodní energie do roku 2015. Čehož Čína dosáhla a tuto stanovenou hranici ještě překonala (viz Obr. 6). [2]



Obr. 6: Čínský energetický mix v roce 2016 [6]

2.2.2 Vývoj od tarifové podpory k aukčním mechanismům

Zákon o obnovitelných zdrojích energie vstoupil v platnost v lednu 2006 a upraven byl v roce 2010. Poskytl legislativní rámec pro RE včetně garantovaného výkupu. Zákon také stanovil, že výkupní cena RE je určena NDRC. Neobsahuje však podrobnosti o návrhu aukcí, nebo FiT podpory, ale poskytuje právní základ pro podporu RE na vnitrostátní úrovni, regulace pro implementaci RE, jakož i administrativní postupy, které určují systém naceňování RE. První soubor pravidel uvádí, že vláda stanoví tarif pro RE podle cen stanovených aukčním systémem. [2]

Čína měla značné zkušenosti s provozováním podpůrných režimů založených na celních sazbách, aby podpořila RE již v roce 2003. Tyto mechanismy jsou specifické pro danou technologii a každý z nich se vyvinul nezávisle na základě příslušných správních opatření, zákonů a nařízení. [2]

RE aukce byly zavedeny v roce 2003 pro offshore větrné elektrárny, ale brzy poté došlo k jejich zavedení také pro fotovoltaiku a onshore větrné elektrárny a byly použity k nalezení „skutečné“ ceny energie založené na RE a následnému stanovení úrovně FiT podpory. Pro offshore větrné elektrárny byl zaveden fixní tarif v roce 2009, díky systému aukcí a vedl ke stanovení čtyř různých tarifních úrovní podle dostupnosti zdrojů v dané lokalitě. Pokud jde o solární elektrárny připojené k síti, byla v roce 2011 po dvou kolech aukcí (2009 a 2010)

vyhlášena také jednotná FiT podpora. Počínaje rokem 2005 energie z biomasy obdržela fixní podporu 0,03 USD/kWh s garantovaným odkupem na 15 let. V roce 2010 byl tarif zvýšen na 0,11 USD/kWh. V roce 2012 byla přijata fixní podpora 0,1 USD/kWh pro využití odpadní energie. Vodní elektrárny (velké i malé) dostávají vládou regulovanou podporu vycházející z konkrétních projektů centrální a místní správy. [2]

Náklady na podporu RE energie jsou kryty spotřebitelskou přírážkou, která byla zpočátku 0,001 USD/kWh. Přírážku hradí provozovatelé sítí a vybrané prostředky jsou spravovány prostřednictvím fondu RE Ministerstvem financí. [2]



Tab. 3: FiT vs. aukční podpora výstavby nových projektů RE v Číně v letech 2002-2012 [2]

2.2.3 Popis a průběh aukce

Obecně platí, že aukce probíhají v nepravidelných intervalech na základě rozhodnutí vnitrostátních orgánů bez dlouhodobé agendy. NDRC je odpovědná za aukce offshore větrných elektráren, zatímco Národní energetická správa (NEA) je odpovědná za aukce onshore větrných a solárních elektráren. Vlastní aukce potom probíhá pomocí investičních agentur jako Zhongshe International Bidding Co. Ltd. a China Hydro Power Project Consulting Group. NDRC a NEA vyhláší aukce s podrobnými pokyny. Hodnotící komise se skládá z členů NEA, NDRC, zástupců státem vlastněných společností spravujících sítě, místních rozvojových a reformních komisí, místních energetických společností, investičních agentur a technických odborníků. Postup hodnocení obvykle zahrnuje předkvalifikaci, podrobné hodnocení, zařazení kandidátů a vyjednávání. [2]

Aukce RE jsou technologicky zaměřené a jsou určeny pro nastavení standardní FiT podpory pro onshore větrné a solární elektrárny. Poptávané výkony potom závisí na dané

technologii, ale obvykle se pohybují od 100 MW do 300 MW. Využívána je aukce typu sealed-bid first-price. [2]

Solární elektrárny začaly být poptávány aukcemi v letech 2009 a 2010 a projekty byly vybrány metodou nejnižší ceny. Aukce jsou organizovány pro předem navržené projekty. [2]

Pro onshore větrné elektrárny byla požadována specifická kritéria výběru (pro projekty nad 50 MW) a postupem času se značně vyvíjela, díky získané zpětné vazbě. V prvním kole programu větrné koncese v roce 2003 vyzvala NDRC investory, aby předložili své nabídky s cílem upřesnit ceny větrné energie. Jednalo se o lokální aukci, v níž se společnosti snažily navrhnout projekty pro předem určené oblasti. Vláda byla odpovědná za zajištění pozemků a environmentálních povolení, avšak náklady s tím spojené by hradili investoři. Na začátku programu byla vybrána nejnižší nabídka, pro dodání energie za cenu stanovenou aukcí pro 30 000 hodin maximálního využití elektrárny. Kromě uvedení cenové nabídky byli investoři vyzváni, aby deklarovali podíl zařízení elektráren, který má být vyroben lokálním průmyslem s požadavkem na minimum 50 %. Vítězové uvedli elektrárny do provozu do tří let od podpisu smlouvy s garantovanou podporou na 25 let. Tento systém výběru upřednostňoval společnosti, které nabízely nejnižší cenu, což vytvořilo riziko podcenění projektů. [2]

V roce 2005 vydala NDRC požadavek na zvýšení podílu zařízení větrných elektráren z lokálního průmyslu na 70 %. Kritéria hodnocení byla upravena tak, aby zahrnovala místní ekonomický přínos a zázemí společnosti (technická způsobilost a zkušenosti s řízením projektů) a cena samotná měla váhu pouze 40 %. V roce 2006 byla váha ceny projektu ještě snížena na 25 %, aby se snížilo riziko podcenění projektů a podpořil lokální hospodářský rozvoj. Dalším dodatečným požadavkem bylo, aby se výrobci zařízení do větrných elektráren účastnili aukce přímo. Mohli buď přihazovat jednotlivě, nebo s investičním konsorciem jako dodavatelé. V obou případech byl požadován kompletní plán lokalizace výroby všech komponentů. [2]

V roce 2007 byla opět vytvořena nová metodika pro hodnocení cenových kritérií, která upřednostnila průměrnou cenu (s výjimkou nejnižší a nejvyšší nabídky), aby se zabránilo podcenění. Nebyla definována žádná jasná pravidla nebo jasné sankce za nesplnění daných požadavků. Nakonec v roce 2009 byla aukční podpora nahrazena FiT a požadavek na zařízení z lokálního průmyslu byl zrušen (po zasedání obchodní komise pro obchod USA s Čínou). [2]

Offshore větrné elektrárny jsou aukčně poptávány od roku 2011 až do současnosti. [2]

Požadavky předběžné kvalifikace zahrnují:

1. Investor musí být nezávislým právním subjektem, jehož čistá aktiva jsou větší než kapitálová hodnota celého projektu a stávající instalovaný výkon jím vlastněného větrného parku je vyšší než instalovaný výkon projektu. Projekt může být částečně financován ze zahraničního kapitálu. [2]
2. Investor musí podepsat smlouvu s výrobcem větrných turbín a tento výrobce musí mít instalovaných nejméně 100 svých větrných turbín o celkovém výkonu vyšším než 1 MW. [2]
3. Pro zajištění spolehlivosti musí být všechny větrné turbíny podrobeny zátěžovým testům. [2]

Ve fázi hodnocení tvoří cena 55 % výsledného hodnocení, zatímco technický návrh 25 %, zkušenosti uchazeče 15 % a lokální finanční přínos projektu 5 %. Nabídky s nejlepším hodnocením jsou v aukci umístěny nejvýše. Váha ceny je zde poměrně vysoká vzhledem k onshore větrným elektrárnám (25 %), což indikuje, že systém zvýhodňuje nižší nabídky. Navíc nízká váha přidělená zkušenostem investora snižuje výhodu pro zkušené zahraniční dodavatele. [2]

Smlouvy jsou podepisovány na 30 let (včetně čtyř let určených pro výstavbu) a investor odpovídá za projekt, investici, výstavbu, provoz, údržbu a vyřazení z provozu. Po skončení smluvního období může investor podepsat novou smlouvu nebo větrnou farmu odstavit. [2]

Problémy, které provází aukce offshore větrných elektráren, zahrnují nedostatečné přípravné práce ze strany investorů a nedostatek jasných pravidel pro dodržování předpisů. Některé projekty nebyly opatřeny komplexním měřením větrnosti dané lokality nebo chyběly studie technické proveditelnosti. To vedlo ke špatným odhadům a nejistotě instalovaného výkonu, vyrobené energie a nákladů, což v některých případech vedlo až ke zrušení projektů. Kritéria výběru (zaměřená z 55 % na nejnižší nabídnutou cenu) vedla k častému podcenění, kvůli silně konkurenčnímu prostředí, což opět způsobilo odložení nebo zrušení mnoha

projektů. Podcenění projektů také vedlo k tomu, že se státní společnosti stávaly hlavními, ne-li jedinými výherci, čímž vytlačovaly z trhu soukromé a zahraniční investory. Tato situace je v rozporu s původním cílem přilákat více zdrojů investic a zamezit koncentrování tržní síly. Dodržování smluv a ověřování dokončení projektů nebylo také v mnoha případech příliš vynucováno, což mělo za následek různou rychlost výstavby u téměř totožných projektů. Navíc je problém s neefektivní koordinací mezi vládními orgány. [2]

Uplynuly 3 roky, než začala výstavba projektů smluvených v první aukci (září 2010). NEA zorganizovala aukci a vybrala 4 vítěze, zatímco Státní přímořská správa byla pověřena řízením v přímořských oblastech. Ze čtyř vybraných projektů se jeden posunul o 15 km dále po pobřeží. Plocha pro další 2 projekty se musela zmenšit a čtvrtý projekt byl zrušen, protože se zjistilo, že oblast výstavby má být použita pro jiné účely. [2]

2.2.4 Cenová analýza

Cena energie z onshore větrných elektráren po zavedení aukčního systému neklesla (viz *Tab. 4*), a to částečně kvůli změnám v návrhu aukčního schématu, které byly zaměřeny na omezení podcenění projektu a podporu rozvoje lokálního průmyslu. Nedostatek pravidel pro případy nedodržování smluv, zaměření hodnotícího procesu na nejnižší cenu a podcenění projektů v raných kolech, vedlo k vytvoření silně konkurenčního prostředí a nižším cenám, než bylo únosné pro zachování efektivity projektu. Ve druhém kole tytéž společnosti nabízely vyšší nabídku pro projekty se stejnými větrnými zdroji a obdobnými podmínkami (např. nabídka společnosti Huarui pro větrnou farmu Rudong byla v roce 2004 o 40 % vyšší než v roce 2003 a to 0,56 Yuan/kWh v roce 2004, oproti 0,3979 Yuan/kWh v roce 2003). Značně nízké ceny byly důsledkem nadhodnocení větrných zdrojů a jejich očekávané výroby elektřiny nebo podhodnocení nákladů na větrné turbíny a jejich údržbu. [2]

Kvůli omezení podcenění v roce 2005 byla kritéria uchazečů rozšířena tak, aby pokryla jejich komplexní investiční předpoklady pro daný projekt (technické plány, ekonomické přínosy atd.), jejichž váha se zvýšila z 60 % v roce 2005 na 75 % v roce 2006. V roce 2007 byla výběrová kritéria založena z největší části na průměrné nabízené ceně (vyjma nejvyšší a nejnižší nabídky), což vysvětluje nárůst cen. [2]

U fotovoltaiky se ceny snížily o 17-33 % v závislosti na lokalitě, což bylo především důsledkem snižování technologických nákladů, ale i rostoucí úrovní lokálního průmyslu. [2]

YEAR	AUCTION TYPE	TECHNOLOGY	VOLUMES AUCTIONED (MW)	VOLUMES CONTRACTED (MW)	AVERAGE CONTRACT PRICE (YUAN/kWh)	AVERAGE CONTRACT PRICE (USD/MWh)
2003	Technology-specific	Onshore wind	200	7.300	0.4365, 0.513	52.7, 61.9
2004			300		0.382, 0.519, 0.509	46.1, 62.7, 61.5
2005			450		0.4877, 0.4616 0.6	59.4, 56.3, 73.1
2006			700		0.4656, 0.5006 0.42	58.3, 62.7, 52.6
2007			4.750		0.4680, 0.5216, 0.5206, 0.551	59.1, 65.8, 65.6., 69.5
2009		Solar PV	10	10	1.0928	159.8
2010			280	280	0.73-0.91	106.9, 133.2
2011		Offshore wind	1.000	1.000	0.7779, 0.7070, 0.6881, 0.6882	115.5, 105, 102.2, 102.2

Tab. 4: Aukce pro podporu RE pořádané v Číně v letech 2003-2011 [2]

U onshore větrných elektráren je celkový smluvený výkon vyšší než celkový poptávaný výkon, což je důsledkem zlepšení kompenzačních mechanismů sítě a následné možnosti připojení většího instalovaného výkonu, takže se odpovídajícím způsobem upravil smluvený instalovaný výkon (ve většině případů se zvyšoval výkon z 300 MW na 600 MW pro projekty poptávané v roce 2007). [2]

Důvodem, proč jsou v Tab. 4 různé ceny u smluvených výkonů a vykupovaných energií offshore i onshore větrných elektráren je to, že aukce jsou specifické pro konkrétní projekty v konkrétních regionech. [2]

2.2.5 Shrnutí aukčních schémat v Číně

Aukční a FiT podpora společně s právním rámcem popsáním v kapitole 2.2.3 pomohly omezit tržní bariéry a podpořily rozsáhlé zavádění výroby z RE v Číně včetně rozvoje lokálního RE průmyslu. Aukce také upřesnily cenu energie z onshore větrných elektráren, díky čemuž je v roce 2009 nahradila FiT podpora. [2]

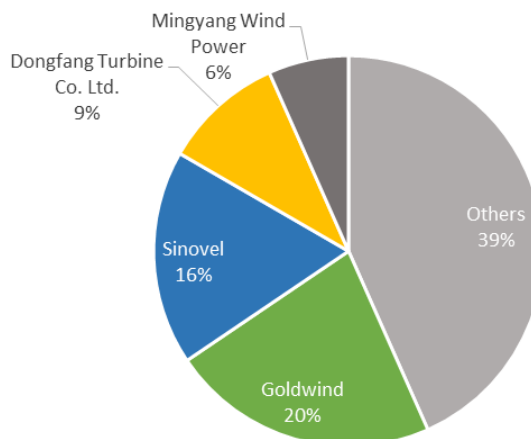
Nedostatek striktních pravidel a penalizací pro dodržování smluv a velký důraz na cenu projektu vedou k riziku podcenění. Projekty pro určité technologie (např. fotovoltaika) jsou stále vybírány na základě nejnižší ceny projektu, a tak jsou k podcenění velmi náchylné. Ke snížení tohoto rizika v případě větrných elektráren byly do hodnocení projektů přidána další kritéria včetně technických zkušeností a místních

ekonomických přínosů. Navíc změna metody stanovení smluvních cen z nejnižší nabídnuté ceny na průměrnou nabídnutou cenu pomohla riziko podcenění projektu úspěšně snížit. [2]

Aukce mají v Číně lokální charakter, takže vládou vyhlášené aukce jsou vztažené pro konkrétní projekty na předem určených místech. Tento fakt osvobozuje investory od odpovědnosti za zajištění pozemků, získání environmentálních povolení, provádění případových studií a zajištění připojení k síti. V případě offshore větrných elektráren však došlo ke špatné koordinaci mezi vládními subjekty při řešení různých komplikací jako např. zpoždění z důvodu nedostatečné konzultace projektu se Státní přímořskou správou ohledně vymezení vhodného prostoru pro realizaci projektu, takže se ukázala potřeba důkladnějších studií proveditelnosti, jednoznačných pravidel a sankcí při nedodržování smluv a efektivní koordinaci vládních subjektů na různých úrovních. [2]

Požadavek na podíl zařízení onshore větrných elektráren z lokálního průmyslu, který byl v roce 2003 stanoven na 50 % a zvýšen na 70 % v roce 2005 hrál významnou roli při rozvoji domácího větrného průmyslu. V roce 2016 patřily 4 čínské společnosti mezi 10 největších výrobců větrných elektráren na světě. Navíc hlavní globální výrobci větrných elektráren (např. Vestas, Suzlon, Gamesa a GE) založili své výrobní závody v Číně. V roce 2009 byl požadavek na zařízení z lokálního průmyslu zrušen. Avšak je třeba poznamenat, že po roce 2005 žádná zahraniční společnost nevyhrála jedinou větrnou aukci, protože zařízení z lokálního průmyslu se v počátečních nákladech vždy ukázalo jako levnější. [2]

Pro offshore větrné elektrárny neexistuje sice žádný výslovný požadavek na zařízení z lokálního průmyslu, ale hodnotící kritéria projektů nejsou nastavena příznivě pro zahraniční investory, protože technické zkušenosti (obvykle nejsilnější stránka zahraničních investorů) mají váhu 15 % z celkového hodnocení projektu. Očekávání nízkého výnosu ještě zhoršuje konkurenceschopnost zahraničních investorů proti státním podnikům, což vede k nízké účasti zahraničních investorů na aukcích. Existuje domněnka, že státní podniky jsou schopny předkládat tak nízké nabídky, protože získávají podporu od svých mateřských společností prostřednictvím jejich zisků z fosilních paliv. V případě, že je tato domněnka pravdivá, vedou sice tyto křížové dotace k rozvinutí domácího větrného průmyslu, avšak brání nalezení „skutečných“ nákladů za větrnou energii, narušují hospodářskou soutěž a odrazují zahraniční investory. [2]



Obr. 7: Výrobci větrných turbín v Číně podle celkového instalovaného výkonu k roku 2013 [2]

2.3 Jihoafrická republika

2.3.1 Ekonomický, sociální a politický kontext

Jihoafrická republika má také stabilně rostoucí ekonomiku, avšak značně pomalejším tempem než Čína. Index Světové banky pro náročnost podnikání ji hodnotí příznivě, což poukazuje na relativně dobré regulační prostředí. Taktéž je hodnocena jako atraktivní z hlediska investic do RE, avšak plně liberalizována byla zatím pouze distribuce. [14]

Distribuce energie je polo-decentralizovaná a je v ní zapojeno přibližně 180 distribučních společností. Liberalizace výroby a přenosu se doposud neuskutečnila, neboť oba tyto sektory ovládá státní společnost Eskom, která aktuálně drží na trhu monopol. Eskom vyrábí více než 95 % elektrické energie a řídí centrální přenosovou soustavu. [14]

V roce 2008 byl zaveden program REFIT (Renewable energy Feed-in tariff – tarif fixní podpory RE) pro obnovitelné zdroje energie s cílem podpořit účast soukromého sektoru v oblasti výroby. REFIT byl (ještě než došlo k jeho zavedení) v roce 2011 nahrazen programem REIPPP (Renewable Energy Independent Power Producer Procurement) a vláda představila návrh zákona na vytvoření nového subjektu nazvaného ISMO (Independent System and Market Operator – nezávislý systémový a tržní operátor). Tento subjekt se tak stal odpovědným za výkup energie od nezávislých výrobců a za zajištění potřebných přenosových kapacit. ISMO podává zprávy Ministerstvu energetiky, které rozhoduje o energetickém plánování. [14]

Vzhledem k rostoucí ekonomice spotřeba elektrické energie v Jihoafrické republice rychle vzrostla, překonala výrobní kapacitu a v letech 2007 – 2008 způsobila energetickou krizi. Při aktuálně předpokládaném značném nárůstu poptávky bude třeba vybudovat dodatečné zdroje během krátkého časového období, což činí z RE atraktivní řešení. [14]

Obnovitelné zdroje energie nemají v Jihoafrickém energetickém mixu velké zastoupení, zejména kvůli značnému využívání uhlí. Přes 90 % celkové vyrobené elektrické energie pochází z uhelných elektráren a pouze asi 1 % z RE (z čehož více než 90 % je z velkých vodních elektráren). Podle politiky energetického plánování se by mělo zastoupení RE v energetickém mixu zvýšit až na 9 % do roku 2030, což by vyžadovalo dodatečnou výrobu o odhadovaném výkonu kolem 17,8 GW. Aby byl tento cíl splněn, jsou od roku 2011 pořádány aukce na podporu RE. [14]

2.3.2 Vývoj od tarifové podpory k aukčním mechanismům

Jihoafrická republika zahájila aukce RE v srpnu 2011 (viz *Tab. 5*), aby nahradila program REFIT kvůli obavám o stabilitu sítě, kterou by mohlo narušit velké připojení větrných elektráren, obavám o růst výdajů v důsledku poskytování FiT podpory a obavám o možné administrativní zpoždění způsobené velkým počtem žádostí a nedostatkem zaměstnanců. [14]

RE aukce byly považovány za lepší způsob zajištění konkurenčního prostředí a snížení cen vykupované energie. [14]

Klíčové body programu REIPPP jsou:

1. Zvýšení instalovaného výkonu díky technologiím s rychlou instalací. [14]
2. Diverzifikace energetického mixu směrem k technologiím bez spalování uhlí. [14]
3. Vytváření investičních příležitostí díky vytvoření „zelené ekonomiky“. [14]

Program REIPPP je tak hlavní podporou RE a jediným aukčně založeným systémem podpory aktuálně využívaným v Jihoafrické republice. Poptávány jsou především zdroje s výkonem vyšším než 5 MW, avšak 100 MW je rezervováno pro aukce menších projektů s výkonem nižším než 5 MW. [14]



Tab. 5: Počátky aukční podpory výstavby nových projektů RE v Jihoafrické republice [14]

2.3.3 Popis a průběh aukce

Využívaná aukce je typu sealed-bid pay-as-bid. Jednotlivá kola jsou vyhlášována na zvláštní webové stránce Ministerstva energetiky (DOE), Státní energetické společnosti Eskom a Národního energetického regulačního orgánu v Jihoafrické republice (NERSA). Úspěšným uchazečům je nabídnuta smlouva na 20 let garantované výkupní ceny s provozovatelem přenosové sítě Eskom a implementační dohoda s vládou. [14]

Na začátku aukce DOE uspořádá konferenci pro investory, aby byla dostatečně vysvětlena aukční kritéria a různé požadavky stanovené pro každou technologii. [14]

Aukční proces tedy funguje ve dvou fázích:

1. Předkvalifikační fáze, kde musí uchazeči prokázat, že mají zajištěn pozemek pro plánovaný projekt a že obdrželi všechna potřebná povolení. Navíc musí uchazeči prokázat obchodní životaschopnost projektu (tj. spolehlivost dodavatelů a jejich schopnost dodržovat termíny). Nabídky, které projdou předkvalifikací, postupují do samotné aukce. [14]
2. Aukční fáze, kde se uchazeči hodnotí na základě nabídnuté ceny a příspěvku projektu k ekonomickému rozvoji (70 % váhy hodnocení je přiděleno ceně a 30 % ekonomickému rozvoji – tvorba nových pracovních míst, lokální výroba zařízení apod.). Nejprve byl požadavek na lokální výrobu zařízení 35 %, avšak později byl zvýšen na 75 %. [14]

Bylo uskutečněno 5 aukčních kol s celkovým smluveným výkonem 6 327 MW v 92 projektech (přičemž 3 357 MW z větrných elektráren, 2 892 MW ze solárních elektráren a 79 MW z elektráren na zemní plyn, biomasu a malých vodních elektráren). V rámci každého kola byly stanoveny limity výkonu pro každou technologii, aby nedocházelo ke konkurenci

mezi různými technologiemi. Pokud se v rámci daného kola nedosáhlo cílového výkonu pro určitou technologii, přidal se potřebný výkon do následujícího kola, aby bylo zajištěno dosažení cílového výkonu na konci všech kol. [14]

První 2 kola následovala relativně rychle po sobě (listopad 2011 a květen 2012), třetí kolo bylo prodlouženo (srpen 2013), protože proces předkvalifikace byl zdlouhavý, administrativně velmi náročný a byla zde potřeba implementovat zkušenosti z prvních dvou kol. Docházelo také ke zpožděním při uzavírání smluv, protože časové lhůty počátečních nabídek byly příliš omezené a nezohledňovaly zdlouhavé administrativní postupy a zpoždění způsobená komplikacemi při získávání potřebných povolení (např. územní plánování). [14]

2.3.4 Cenová analýza

V prvním kole byly stropní ceny stanoveny podle úrovní FiT podpor z programu REFIT. Nabízené ceny byly blízké stropní ceně, protože ještě nebyly stanoveny výkonové limity pro konkrétní technologie. Došlo tak k vybrání všech projektů splňujících základní požadavky. Hlavními smluvenými technologiemi byly větrné a fotovoltaické elektrárny, přičemž nabízené ceny byly relativně vysoké (0,143 USD/kWh pro větrnou energii a 0,345 USD/kWh pro fotovoltaiku). Nedostatečně konkurenční prostředí mezi investory kvůli absenci limitů výkonů a zveřejnění stropních cen tak vedlo k tomu, že nebyl vyvolán tlak na investory, aby snížili nabízené ceny. [3]

Ve druhém kole v březnu 2012 bylo vybráno pouze 19 projektů kvůli stanovenému celkovému limitu výkonu. Stropní ceny pro specifické technologie nebyly zveřejněny. Průměrné ceny vítězných nabídek (viz *Tab. 6*) byly podstatně nižší než v prvním kole (0,1212 USD/kWh pro větrnou energii a 0,206 USD/kWh pro fotovoltaiku). [14]

Důvodem bylo:

1. Mírné snížení stropní ceny pro každou technologii. [14]
2. Stanovení výkonových limitů pro každou technologii. [14]

Došlo tak k vytvoření konkurenčního prostředí, kde konečné ceny byly dokonce nižší, než se očekávalo. To vyvolalo obavy, že vítězné projekty nemusí být ekonomicky

životaschopné. V takovém případě by investorům byla smlouva vypovězena a uvolněný výkon přidán do dalšího aukčního kola. [14]

AUCTION	AUCTION TYPE	TECHNOLOGY	VOLUMES AUCTIONED (MW)	VOLUMES CONTRACTED (MW)	DISCLOSED CEILING PRICE (USD/kWh)	AVERAGE CONTRACT PRICE (USD/kWh)
1st round in 2011	Technology-specific	Onshore wind	1.850	634	0.1416	0.143
		Solar PV	1.450	632	0.3509	0.345
		Biomass Biogas	12.5	0	0.1318	-
		Landfill gas	12.5 25	0	0.0985 0.1034	- -
		Small hydro	75	0	0.1268	-
		Small projects <5 MW	100	0	-	-
2nd round in 2012	Technology-specific	Onshore wind		563		0.112
		Solar PV		417		0.206
		Biomass Biogas	1.044	0	Undisclosed	-
		Landfill gas		0		-
		Small hydro		14.3		
		Small projects <5 MW		0		-
3rd round in 2013	Technology-specific	Onshore wind	1.165	-	Undisclosed	-
		Solar PV				
		Biomass Biogas				
		Landfill gas				
		Small hydro				
		Small projects <5 MW				

Tab. 6: První 3 aukční kola v rámci programu REIPPP v Jihoafrické republice [14]

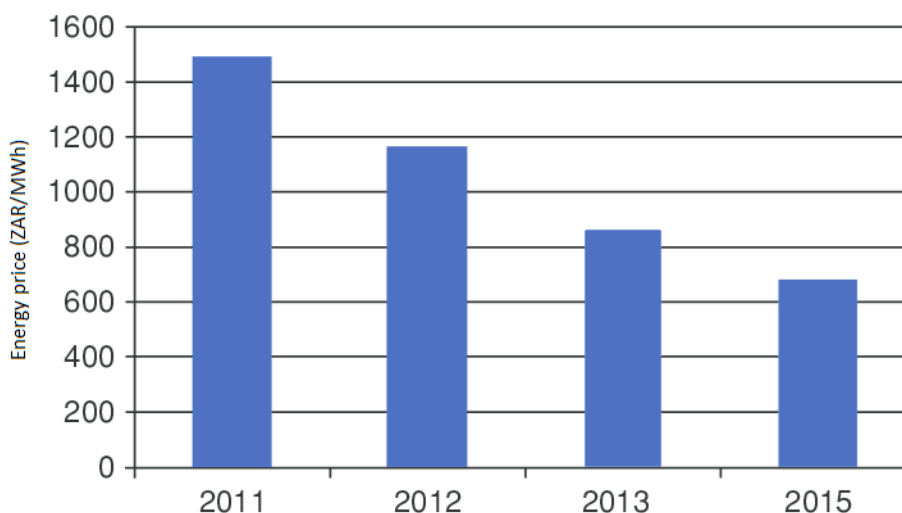
Během druhého kola došlo k procentuálnímu nárůstu kvalifikovaných projektů, což naznačuje jak lepší porozumění předkvalifikaci mezi investory, popř. větší počet investorů, tak i jasnější deklarace požadavků vládou. Do programu se také podařilo přilákat velký počet zahraničních investorů, což by mohlo pomoci rozvoji domácího RE průmyslu. [14]

Obecně platí, že aukce na podporu RE v Jihoafrické republice úspěšně přilákaly investory. Budoucí komplikace však mohou nastat, až přijde čas aktualizovat tuto politiku v reakci na výzvy vyplývající z dynamických tržních podmínek, neboť v průběhu fáze návrhu schématu nebyl dostatečně zajištěn přenos znalostí částečně díky pomoci zahraničních konzultantů, kteří při návrhu schématu pomáhali. [14]

2.3.5 Shrnutí aukčních schémat v Jihoafrické republice

Jihoafrická republika se rozhodla naplnit část své rychle rostoucí poptávky po elektrické energii prostřednictvím výrazného zvýšení výkonu RE. Když REFIT nedosáhl svého cíle, byl nahrazen aukčním systémem ve snaze vytvořit silně konkurenční prostředí při výstavbě nových zdrojů RE. Cílem bylo dosažení výstavby poměrně ambiciózního nového RE výkonu 3 725 MW v pěti aukčních kolech. Tato hranice byla nakonec téměř dvojnásobně překonána (viz kapitola 2.3.3). [3]

Vytvoření silně konkurenčního prostředí mezi investory vedlo ke snížení cen. Ačkoliv první kolo nebylo úspěšné ve vytvoření konkurenčního prostředí (zveřejnění stropních cen, žádná výkonová omezení pro konkrétní technologie), došlo ve druhém kole k značnému obratu kvůli stanovení maximálních poptávaných výkonů a nezveřejnění stropních cen. Tento postup byl použit i v dalších kolech, což opět vedlo ke snižování cen s každým dalším kolem oproti předchozím kolům. [14]



Obr. 8: Klesající cena za 1 MWh větrné energie po zavedení aukcí v Jihoafrické republice [3]

V obou kolech nebyly smlouveny žádné projekty na bioplyn, biomasu a skládkový plyn, což může naznačovat, že byla jejich stropní cena nastavena příliš nízko. To jasně ukazuje důležitou úlohu stropní ceny a výkonových limitů pro specifické technologie, které musí být pečlivě stanoveny, aby bylo zajištěno dostatečně konkurenční prostředí. [14]

Zpoždění způsobená administrativními překážkami vedla k odkládání projektů.

V prvním kole nebyla u lhůt pro předložení nabídek dostatečně zohledněna zpoždění způsobená administrativními překážkami. Kromě toho byly časové lhůty stanovené pro posouzení obdržených nabídek příliš krátké, což vedlo k tomu, že se blížilo uzavření aukce, ale návrhy smluv byly několik měsíců pozadu. Časová osa by měla být dobře přizpůsobena očekávanému množství nabídek, které mají být zpracovány. Tento časový rámec by se měl rovněž odrazit v celkovém energetickém plánování, protože rychlé budování nových výrobních kapacit je hlavním účelem aukčních schémat RE v Jihoafrické republice. [14]

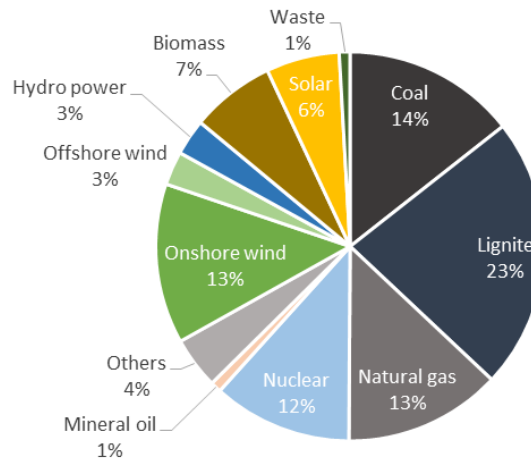
Komunikace s investory, průmyslem a schopnost implementovat nápravná opatření na základě předešlých chyb umožnily soustavné zlepšování aukčního schématu. Aukční schéma prošlo značným zlepšením, což dokládá rostoucí počet kvalifikovaných investorů z druhého kola (a dalších kol), kteří mohli využít jasně definovaný a transparentní proces prostřednictvím vyhrazené webové stránky DOE. Kromě toho byly provedeny úpravy ve druhém a třetím kole, přičemž byly zohledněny poznatky získané z předchozího kola. Navíc se provádělo hodnocení po každém kole, aby se zajistilo neustálé zlepšování schématu a současně také byla podpořena komunikace s průmyslem, aby se mohly stanovit nejvhodnější stropní ceny podle aktuálních tržních podmínek a aby se zajistilo lepší porozumění domácímu RE průmyslu před stanovením požadavků na lokální výrobu zařízení. [14]

2.4 Spolková republika Německo

2.4.1 Ekonomický, sociální a politický kontext

Jelikož je Spolková republika Německo (SRN) nejsilnější ekonomikou Evropské unie, třetím největším exportérem světa a stabilní zemí s dobře nastaveným regulačním prostředím, hodnotí ji index Světové banky pro náročnost podnikání velmi příznivě. Vláda se snaží o co největší zapojení RE zdrojů, což vytváří velmi lukrativní trh pro nové investory. [7]

RE tvoří v SRN asi třetinový podíl z celkové vyrobené energie (viz *Obr. 9*), což indikuje dobře rozvinutý domácí RE průmysl (výroba, instalace a další služby). Spolehlivé státní financování pak zajišťuje stabilní rozvoj. [7]



Obr. 9: Energetický mix v SRN v roce 2017 [9]

V roce 2014 zákon o obnovitelných zdrojích energie (EEG) zavedl maximální podíl 45 % RE v energetickém mixu do roku 2025 a 60 % do roku 2035. Zvýšený podíl RE v energetickém mixu potom vyvíjí tlak na přenosovou síť, který je třeba usměrnit. Podobně jako v dalších evropských zemích byl rozvoj RE podpořen administrativně nastaveným FiT tarifem. Tento systém podpory společně s prioritním vykupováním RE zajišťoval fixní příjmy pro výrobce v poměru k vyrobené energii a umožňoval jim získat zpět své investice s velmi omezeným rizikem. [7]

Jelikož jsou fixní tarify obecně doporučeny tehdy, kdy jsou RE zdroje v zemi relativně nerozvinuté, byl v SRN tento mechanismus rozhodující pro konsolidaci země jakožto druhého největšího výrobce solární energie (téměř 41 GW instalovaného výkonu na konci roku 2016) a třetího největšího výrobce větrné energie na světě (asi 50 GW instalovaného výkonu koncem roku 2016). [7]

2.4.2 Vývoj od tarifové podpory k aukčním mechanismům

Díky technologickému pokroku se RE zdroje stávají stále dostupnějšími a levnějšími. Tento rychlý rozvoj RE v průběhu let vyústil v nesoulad mezi tarifem stanoveným vládou (původně stanovený na základě mírně zastaralých informací, ale později pravidelně aktualizovaný) a investičními náklady vynaloženými investory. Navíc systém podpory fixním tarifem neurčil limit instalovaného výkonu, což vyústilo v připojení většího výkonu, než se očekávalo, a z toho vzniklé vysoké náklady byly převedeny na spotřebitele. [7]

V roce 2015 došlo k přehodnocení politiky RE a fixní tarif byl nahrazen aukčním mechanismem pro zdroje nad 100 kW (pro fotovoltaické elektrárny, pro větrné elektrárny od roku 2017), aby došlo k:

1. Zlepšení kontroly nad instalovaným RE výkonem. [7]
2. Zvýšila se hospodářská soutěž. [7]
3. Došlo k uplatnění pokynů EU o státní podpoře se zavedením tržních podpůrných mechanismů. [7]

2.4.3 Popis a průběh aukce

Při návrhu aukčního schématu se počítalo s periodickými aukcemi po roce 2017 s rozšířením na další RE zdroje (zejména offshore a onshore větrné elektrárny) a tento plán je přísně dodržován. [7]

Co se týče kvalifikačních požadavků, existuje řada pravidel pro nové RE projekty, aby se zajistilo včasné dokončení projektu. Tato pravidla také zahrnují omezení výkonů fotovoltaických elektráren (od 100 kW do 10 MW), větrných elektráren (minimálně 750 kW) a omezení možnosti výstavby na specifické lokality, aby se zabránilo znehodnocování půdy s vysokou zemědělskou hodnotou (to někdy může způsobit zvýšení cen). [8]

Investoři jsou také povinni složit zálohu (přepočítaná na nabízený výkon v kW), aby se mohli zúčastnit aukce, tato záloha je snížena při získání stavebního povolení. Tím se snižuje administrativní zátěž po skončení aukce a také riziko následného neuzavření smlouvy. Snížení zálohy po získání stavebního povolení také usnadňuje účast menších investorů. Investoři, kteří zvítězí v aukcích, musí navíc poskytnout tzv. uzavírací zálohu (se snížením zhruba na polovinu po získání stavebního povolení) regulační agentuře Bundesnetzagentur do deseti pracovních dnů od skončení aukce. [8]

Pokud projekt není dokončen a schválen do dvou let, vítězní investoři ztrácí právo na vydraženou podporu. Nedojde-li k získání stavebního povolení, je zdvojnásobena záloha, což se typicky projeví v nabídkách. Kromě toho jsou smlouvy nominované v eurech a nezahrnují doložku o eskalaci cen, což znamená, že se v průběhu času může snižovat jejich

hodnota kvůli inflaci. Všechna tato fakta musí být zohledněna investory, což také ovlivňuje výslednou cenu. [8]

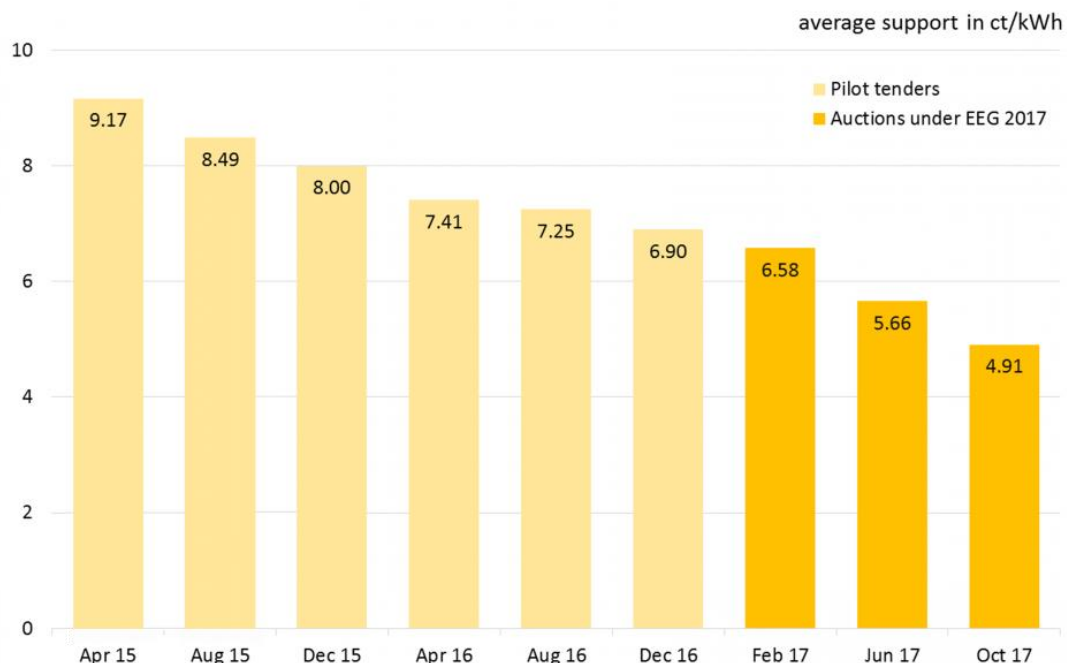
Při procesu výběru vítězů třídí Bundesnetzagentur nabídky od nejnižších po nejvyšší a projekty jsou vybírány až do naplnění poptávaného výkonu. Nabídky přesahující poptávaný výkon neobdrží právo na dotační podporu a zálohy za tyto nabídky jsou vráceny investorům. [8]

Dalším zvláštním znakem aukcí v SRN je systém odměňování vítězů. SRN přijala aukční systém typu sealed-bid pay-as-bid pro svou první pořádanou aukci. Ve druhém a třetím kole byl přijat mechanismus pay-as-clear (s úmyslem získat více zkušeností s tímto aukčním systémem před návratem k typu pay-as-bid) a všichni vítězové aukcí tak získali stejnou (nejvyšší) vítěznou cenu. Od čtvrtého aukčního kola se SRN vrátila k schématu typu pay-as-bid. Aukce mají také veřejnou stropní cenu. [7]

2.4.4 Cenová analýza

První aukce pro fotovoltaické elektrárny byla uspořádána v dubnu 2015 a vyústila v průměrnou cenu, která byla o 1,6 USD/MWh vyšší než tehdy aktuální fixní tarifní podpora (97,5 USD/MWh v dubnu 2015). Tento výsledek vyvolal řadu otázek týkajících se vhodnosti aukčního mechanismu, neboť hlavním očekáváním bylo snížení výkupních cen, avšak s klesajícím trendem pozorovaným v následujících aukcích byly tyto obavy rozptýleny. [7]

Od té doby klesla průměrná cena z 91,7 EUR/MW na 49,1 EUR/MW koncem roku 2017 (viz *Obr. 10*). Pokles průměrných cen je dále ovlivněn zvyšující se důvěrou investorů v aukční schéma. Také se objevily spekulace o blížícím se konci dovozního cla pro čínské fotovoltaické moduly, které by se tak staly levnějšími a byly k dispozici včas pro použití v právě dražených projektech. [7]



Obr. 10: Průměrné ceny a instalované výkony fotovoltaických elektráren smlouvené v aukcích v SRN do konce roku 2017 [7]

V roce 2016 se uskutečnila první společná aukce s Dánskem. V této první mezinárodní aukci daly obě země část svých požadovaných fotovoltaických výkonů k dispozici investorům z druhé země. Dánský projekt zvítězil v aukci v SRN s průměrnou cenou 53,8 EUR/MWh. [7]

V roce 2017 proběhla první 3 kola aukce energie z větrných elektráren. V prvním kole byl poptávaný výkon 800 MW a průměrná cena 57,1 EUR/MW, ve druhém kole byl poptávaný výkon 1 000 MW a průměrná cena 42,9 EUR/MW a ve třetím kole byl poptávaný výkon 1 000 MW s průměrnou cenou 38,2 EUR/MW. Což opět indikuje klesající trend, přičemž rozdíl v cenách mezi prvním a druhým kolem byl více než 25 %. [8]

AUCTION	AUCTION TYPE	TECHNOLOGY	VOLUMES AUCTIONED (MW)	VOLUMES CONTRACTED (MW)	DISCLOSED CELING PRICE (EUR/kWh)	AVERAGE CONTRACT PRICE (EUR/kWh)
1st round in 2017	Technology-specific	Onshore wind	800	807	0.07	0.0571
2nd round in 2017	Technology-specific	Onshore wind	1000	1013	0.07	0.0428
3rd round in 2017	Technology-specific	Onshore wind	1000	1000	0.07	0.0382

Tab. 7: První 3 aukční kola pro onshore větrnou energii v SRN v roce 2017 [8]

2.4.5 Shrnutí aukčních schémat ve Spolkové republice Německo

Všechna kola aukcí v SRN se vyznačovala značně konkurenčním prostředím, kde počet nabídek a nabízených výkonů byl mnohem vyšší, než počet vítězů a poptávaný výkon. Díky vysokému zájmu investorů se zdá, že se aukce stanou základním podpůrným mechanismem RE v SRN. [7]

Neočekávané zvýšení cen v prvním kole aukce fotovoltaické energie mohlo být způsobeno:

1. Transakčními náklady na přípravu a předložení dokumentace k účasti na nově vytvořeném aukčním mechanismu. [7]
2. Náklady na splnění kvalifikačních požadavků. [7]
3. Skutečnost, že úroveň tehdejších fixních tarifů byla určena na základě celé řady revizí a škrťů a mohla tak být pro trh příliš nízká. [7]

Legislativní a kvalifikační úpravy a přechod na schéma pay-as-clear během druhého a třetího kola fotovoltaických aukcí pomohly ke klesajícímu cenovému trendu. Po těchto opatřeních a následném zpětném přechodu k aukci pay-as-bid se cena za jednotku fotovoltaické energie neustále snižovala. U větrné energie došlo k značně razantnějšímu poklesu ceny za jednotku energie mezi prvním a druhým kolem, což je zřejmě způsobeno silněji konkurenčním prostředím a již nabytou vyšší důvěrou investorů v aukční schéma. [7]

Nelze přesně určit hranici, o kolik se cena snížila souběžně technickým pokrokem, větším průmyslovým zázemím, úpravou legislativních a kvalifikačních postupů nebo silněji konkurenčním prostředím mezi investory. V SRN došlo ke značnému rozvoji domácího RE průmyslu, jakož i technickým pokrokům v této oblasti, což umožnilo snížení vlastních výrobních nákladů na RE zdroje a má nezpochybnitelně velký podíl na klesající ceně. Tím se komplikuje předpověď budoucího vývoje cen, respektive bodu, kdy se zastaví klesající trend, a průměrná cena z dalších aukčních kol bude oscilovat kolem tohoto bodu. [7]

3 Dopad kompenzačního mechanismu zohledňujícího větrnost lokality na aukční ceny energie z větrných elektráren v SRN

3.1 Důvody zavedení kompenzačního mechanismu

Pokud by byly nové větrné elektrárny postaveny pouze na místech s nejlepšími povětrnostními podmínkami s očekáváním nejvyšších zisků, nová výstavba by byla realizována zejména na severním pobřeží, kde jsou povětrnostní podmínky tradičně dobré. To by vedlo k nutnosti přepravovat ještě více energie na dlouhé vzdálenosti ke spotřebitelům a nutnosti výstavby nových vedení. [8]

Protože rozšiřování elektrických vedení na jih země je nákladné a časově náročné, je nutné komplexnější řešení. Efektivní je větší rozptřeni a přesunutí větrných elektráren blíže ke spotřebitelům. Rozložení větrných elektráren na velké ploše nabízí také další výhody pro energetický průmysl jako konstantnější přivádění energie do sítě a lepší předvídání budoucí výroby. [8]

Vzhledem k aukčnímu konkurenčnímu systému financování musí mít všichni investoři stejnou šanci a investiční podmínky. Investoři ucházející se o podporu pro projekty umístěné v lokalitách s horšími povětrnostními podmínkami by neměli šanci podporu získat. [8]

3.2 Teorie kompenzačního mechanismu

Aby bylo možné porovnat, který projekt je nejlevnější a dosahuje tak nejvyšší účinnosti, je třeba úpravy podmínek. V podstatě je tak projektům z lokalit s různými povětrnostními podmínkami a následnými různými odhadovanými náklady na jednotku vyrobené energie umožněna vzájemná konkurenceschopnost. [8]

Vytvoří se referenční lokalita se specifickými povětrnostními podmínkami definovanými jako 100 %. Všechny ostatní lokality, kde jsou plánovány výstavby větrných elektráren, lze porovnat s touto lokalitou (např. na místě s 80 % jsou o 20 % horší povětrnostní podmínky než v referenční lokalitě a v lokalitě s 120 % jsou povětrnostní podmínky o 20 % lepší). [8]

Investoři ucházející se o podporu předloží jimi vypočítanou částku, která by jim umožnila provozovat větrnou elektrárnu v referenční lokalitě. Podpora, kterou vítězové aukce skutečně získají je jejich nabídka upravená nahoru, nebo dolů o opravný faktor. Opravný faktor je vyšší v lokalitách s horšími povětrnostními podmínkami a naopak nižší v lokalitách s lepšími povětrnostními podmínkami. Zjednodušeně lze říci, že v obzvláště větrných lokalitách, kde budou výtěžnosti vysoké, bude za každou jednotku energie přiváděnou do sítě vyplacena menší podpora, a naopak v méně větrných lokalitách bude vyplacena podpora za každou jednotku energie vyšší. [8]

Tím je umožněno nezávislé porovnání projektů v rozdílných povětrnostních podmínkách konkrétních lokalit, čímž je umožněna konkurenceschopnost projektů z lokalit s různými povětrnostními podmínkami při současném splnění požadavku na nejúčinnější (a tím nejlevnější) zařízení. [8]

3.3 Kompenzační mechanismus v praxi

Zákon o RE zdrojích z roku 2017 reviduje předchozí dvoufázový model financování, který stanovil vyšší počáteční podporu alespoň pro prvních pět let provozu projektu, po kterých následovala základní nižší výše podpory po zbývající dobu financování projektu. [8]

Nový model financování (pouze jednofázový) upravuje vyplácenou podporu v závislosti na faktoru kvality lokality prostřednictvím opravného faktoru. Takto určená podpora je uplatňována průběžně po celou dobu financování projektu. [8]

3.3.1 Určení hodnoty opravného faktoru

Nejdříve je třeba určit faktor kvality pro konkrétní lokalitu plánovaného projektu. Zde je nutné vzít v úvahu i plánovaný typ elektrárny, protože výtěžnost dané lokality i referenční výtěžnost musí být určeny pro konkrétní technologii, jelikož faktor kvality je definován jako poměr specifické výtěžnosti ku referenční výtěžnosti. [8]

$$QF = \frac{\textit{Specific yield}}{\textit{100\% yield}} \cdot 100\% \quad \left(\%; \frac{MWh/y}{MWh/y}\right) \quad (1.1)$$

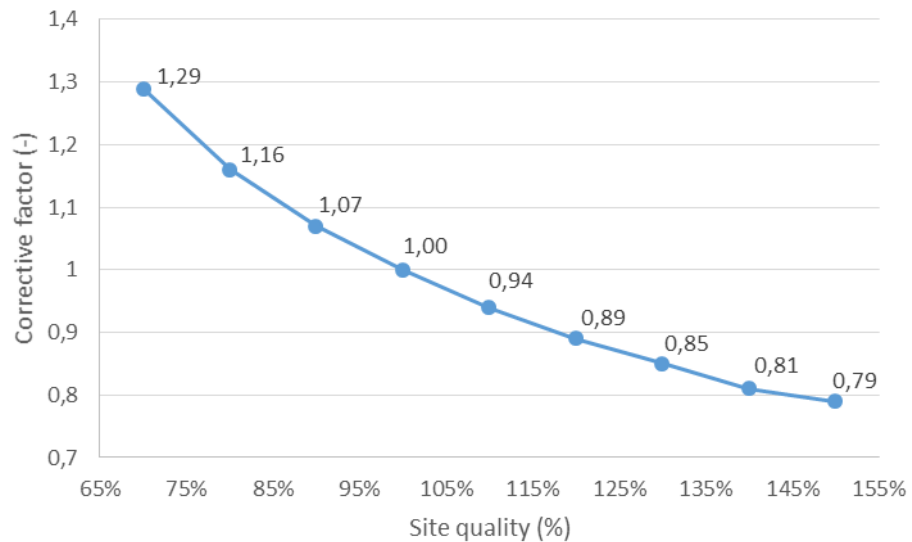
Specifická výtěžnost je množství elektrické energie, které zařízení vyrobí nebo by mohlo vyrobit v určité lokalitě během daného časového období. Jedná se tedy o určení ekonomické vhodnosti lokality pro využití větrné energie k výrobě elektrické energie (jinými slovy kvality lokality). [8]

Referenční výtěžnost je množství elektrické energie určené pro každý typ větrné elektrárny včetně příslušné výšky stožáru, které by tento typ produkoval, pokud by byl umístěn v referenční lokalitě po 5 let provozu. Lze tedy říci, že referenční výtěžnost je teoretické množství elektrické energie, které konkrétní typ větrné elektrárny generuje v hypotetické lokalitě instalace, vypočítané pomocí předem definovaných parametrů. Určování referenční výtěžnosti provádí k tomu akreditované instituce. [8]

Faktor kvality vzhledem ke specifické výtěžnosti a referenční výtěžnosti tedy udává procentuální přebytek nebo nedostatek energie, kterou generuje konkrétní zařízení v určité lokalitě ve srovnání s referenční lokalitou. Lokalita se stejnou výtěžností jako referenční lokalita se považuje za 100 %, podle čehož je přidělen faktor kvality 100 %, přičemž tomto případě bude opravný faktor 1,00. [8]

Investor musí mít svůj projekt opatřen faktorem kvality, který posoudí akreditovaný institut formou průzkumu povětrnostních podmínek v souladu s postupem pro stanovení větrného potenciálu a energetických výnosů. [8]

Následně je třeba přidělit konkrétní opravný faktor k faktoru kvality. Pro lokality s kvalitou 70 % a menší je opravný faktor až 1,29 a pro lokality s kvalitou 150 % a vyšší je opravný faktor až 150 % (viz *Obr. 12*). [8]



Obr. 11: Opravný faktor v závislosti na odchylce faktoru kvality od referenční hodnoty

Aby bylo možné zrealizovat aukci, musí být investory přepočítaná částka požadované podpory (pro referenční lokalitu) při vítězství v aukci zpětně násobena určeným opravným faktorem. Tím se převede referenční částka zpět na individuální částku. [8]

Quality factor	70 %	80 %	90 %	100 %	110 %	120 %	130 %	140 %	150 %
Corrective factor	1.29	1.16	1.07	1.00	0.94	0.89	0.85	0.81	0.79
Award value									
Value to be applied in cent/kWh	7.74	6.96	6.42	6.00	5.64	5.34	5.10	4.86	4.74
	8.06	7.25	6.69	6.25	5.88	5.56	5.31	5.06	4.94
	8.39	7.54	6.96	6.50	6.11	5.79	5.53	5.27	5.14
	8.71	7.83	7.22	6.75	6.35	6.01	5.74	5.47	5.33
	9.03	8.12	7.49	7.00	6.58	6.23	5.95	5.67	5.53

Tab. 8: Ukázka přepočtů podpory za jednotku energie z referenční na individuální pro stanovené opravné faktory [8]

Pokud se faktor kvality liší od tabulkových hodnot, je třeba opravný faktor dopočítat. Pro následný výpočet je použita lineární interpolace, kde se faktor kvality dosazuje jako desetinné číslo. [8]

$$CF_{[target]} = CF_{[left]} \frac{CF_{[right]} - CF_{[left]}}{QF_{[right]} - QF_{[left]}} \cdot (QF_{[target]} - QF_{[left]}) \quad (-) \quad (1.2)$$

Kde $QF_{[target]}$ je daný faktor kvality pro konkrétní lokalitu a technologii, $QF_{[left]}$ a $QF_{[right]}$ jsou tabulkové faktory kvality nejbližší $QF_{[target]}$ (viz *Tab. 6*). $CF_{[left]}$ a $CF_{[right]}$ jsou potom hodnoty opravných faktorů příslušné $QF_{[left]}$ a $QF_{[right]}$. [8]

4 Možné přínosy a potencionální úskalí zavedení aukčního systému v ČR

Pokud je aukční schéma dobře navrženo, konkurenční prostředí zvyšuje efektivitu využití vynaložených nákladů a umožňuje nalezení „skutečné“ ceny RE. Aukce mohou také plnit další cíle, jako je rozvoj lokálního RE průmyslu a tím vytváření nových pracovních míst.

Výhody a nevýhody aukčních schémat byly popsány v kapitole 1.5. V této části práce bude provedena analýza těchto výhod a nevýhod při zavedení aukčních schémat v ČR.

4.1 Přínosy

4.1.1 Omezení rizika investorů

V ČR je aktuálně zavedená fixní tarifní podpora pro výstavbu zdrojů RE, kde je také garantován výkup, pevně stanovená cena za jednotku energie, takže by v tomto směru aukce žádný přínos neměly.

4.1.2 Nákladová efektivita

Zejména u fotovoltaických a větrných elektráren je patrný klesající trend výkupních cen, který je způsoben lepší metodikou určování těchto cen. Avšak po předchozích analýzách aukčních schémat v jiných zemích (Brazílie, Čína, JAR) je zřejmé, že nalezení nejnižších cen je bez aukcí značně problematické a po jejich zavedení téměř vždy výkupní ceny RE dosáhly klesajícího trendu. I v SRN, kde výkupní cena za jednotku energie z první fotovoltaické aukce přesáhla tehdejší fixní podporu, byl v dalších aukčních kolech dosažen klesající trend. Po zavedení aukcí v ČR by tedy výkupní cena RE nejspíše ještě poklesla.

4.1.3 Kontrola nákladů a instalovaného výkonu

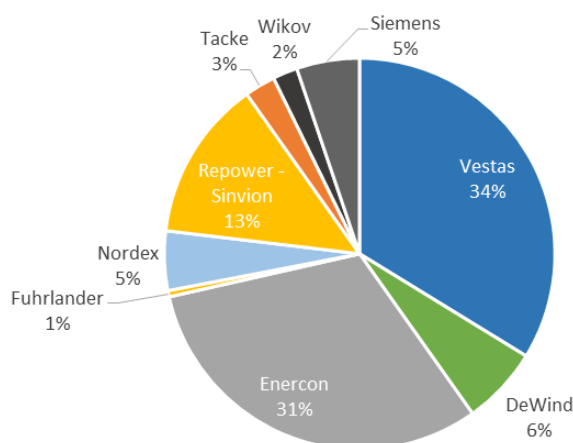
Kontrola maximálních nákladů investovaných do RE a kontrola instalovaného RE výkonu jsou pravděpodobně největší výhody aukčního schématu vůbec. ČR se několik let potýkala díky špatně nastavené dotační legislativě (zejména pro podporu fotovoltaiky) se silným nadhodnocením cen solární energie, což zároveň vedlo k připojení větších výkonů, než se očekávalo, vyšší finanční zátěži a dalším problémům (např. kompenzace nestálých výkonů).

Po zavedení aukcí by k podobným situacím znovu nemohlo dojít. Při správně navrženém aukčním schématu by se omezily také další nežádoucí jevy (např. korupce, dohody investorů apod.).

4.1.4 Rozvoj domácího RE průmyslu

Z analýzy aukčních schémat v Brazílii a Číně, kde je požadavek na lokální výrobu zařízení pro RE elektrárny, je patrné, že podobná koncepce může vést k rozvoji vlastního RE průmyslu a vytvoření nových pracovních míst.

Při vhodné kombinaci s aukčními schématy je potom možné vytvořit tlak na investory a tím stimulovat domácí RE průmysl, což by podle aktuálního zastoupení např. výrobců větrných elektráren v ČR (viz *Obr. 12*) znamenalo značný přínos.

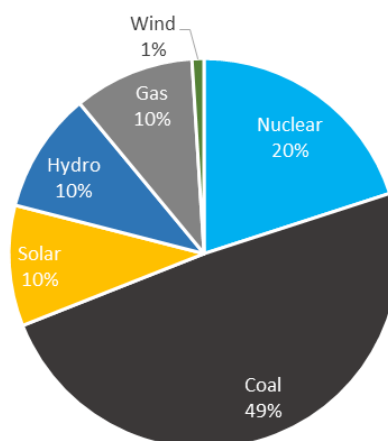


Obr. 12: Zastoupení výrobců větrných elektráren v ČR [10]

4.2 Úskalí

4.2.1 Nesouvislý rozvoj trhu (stop-and-go cykly)

Jedná se o obecný problém aukčních schémat, kdy je třeba pořádat aukce pravidelně, aby nedocházelo ke krátkodobým připojení velkých RE výkonů. V ČR není předpoklad výrazného budoucího zastoupení RE v energetickém mixu (zejména fotovoltaiky a větrných elektráren), jako např. v SRN. Navíc má ČR poměrně robustní elektrickou síť, takže i při nepravidelnosti pořádání aukcí by stop-and-go cykly neměly představovat významnější problém.



Obr. 13: Energetický mix v ČR v roce 2016 [10]

4.2.2 Problém s účastí menších investorů

Aukční schémata nepřímou zvyhodňují větší a zkušenější investory, jelikož obvykle mohou nabídnout nižší cenu, což může vést k rozdělení trhu mezi několik monopolních společností.

ČR by se tento bod nejspíše netýkal vůbec, neboť sama nemá větší množství menších investorů snažících se proniknout na RE trh, a konkurenční prostředí by se za daných okolností vytvářelo snadno.

4.2.3 Podcenění projektu

V silně konkurenčním prostředí aukcí může dojít v zájmu získání podpory k nabídnutí nižší ceny, než je pro investora únosné. Potom se projekt nemusí vůbec zrealizovat nebo investor může zpětně začít tlačit na zřizovatele aukce, aby zvýšil výkupní ceny.

Opět se jedná o obecný problém aukčních schémat a lze řešit dobrým nastavením schématu a implementací sankcí, které by měly podobným situacím zabránit.

5 Model pro zjišťování očekávané aukční ceny větrné energie v SRN

Cílem je zjistit očekávané aukční ceny větrné energie konkrétních projektů v aukci z 1. 2. 2018 s poptávaným výkonem 700 MW a následně je porovnat se skutečnými aukčními cenami.

Před vlastním výpočtem jsem nejprve vybral konkrétní projekty, které by se mohly účastnit aukce. Následně jsem udělal odhad průměrné aukční ceny na základě analýzy trendu předchozích aukcí a poté přistoupil k vlastnímu výpočtu.

Výpočty pro jednotlivé WTG (list *výpočty*), konkrétní uvažované projekty (list *projekty*), analýza trendu (list *analýza trendu*) a výchozí hodnoty (list *hodnoty od ČEZ*) jsou umístěny v příloženém dokumentu MS Excell (MS Office 2013).

5.1 Výběr projektů, které se mohou účastnit aukce

Výběr proběhl z oficiální databáze Bundesnetzagentur všech RE projektů v SRN, která je dostupná online z [11].

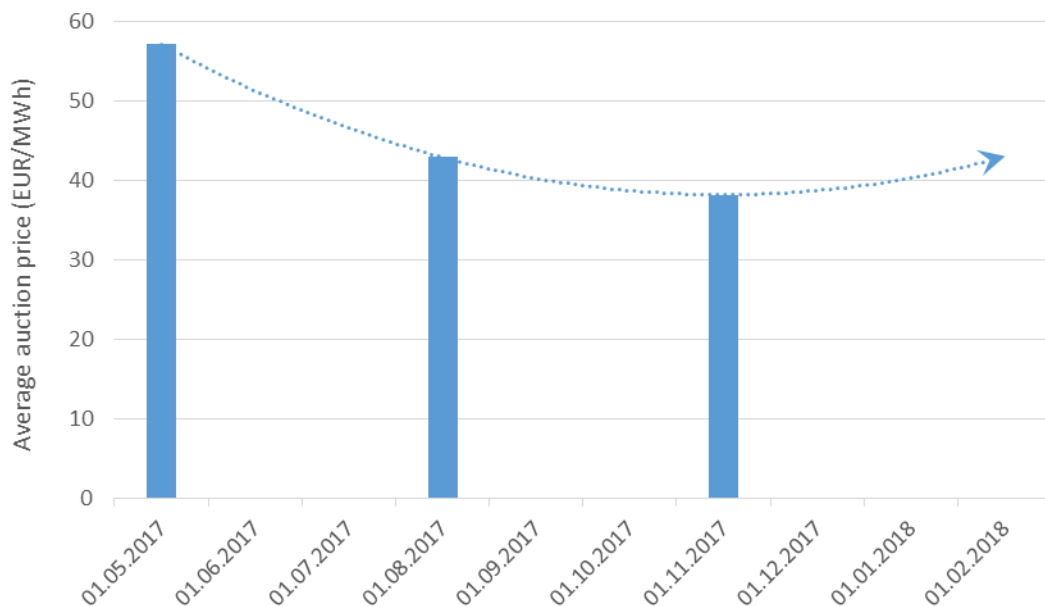
Výběr jsem provedl podle následujících bodů:

1. Vyselekoval jsem pouze projekty onshore větrných elektráren (wind land).
2. Vyselekoval jsem pouze projekty s minimálním instalovaným výkonem 750 kW.
3. Odstranil jsem projekty uvedené do provozu a vyřazené z provozu.
4. Vyselekoval jsem pouze projekty registrované po konci ledna 2017 a opatřené povolením.

Celkem jsem tedy vybral 467 projektů o celkovém instalovaném výkonu 1 494 MW. Podle adres projektů a míst jejich připojení k síti jsem jednotlivé projekty seskupil do větrných farem.

5.2 Analýza trendu předchozích aukcí

Jelikož vývoj průměrných aukčních cen podléhá polynomickému trendu [12], při dostupnosti dat z předchozích aukcí se dá díky spojnici jejich trendu odhadnout průměrná výsledná cena následující aukce. Samozřejmě se jedná pouze o odhad na základě trendu, který nezohledňuje žádná finanční, politické nebo správní aspekty. Avšak zkoušel jsem polynomické spojení trendu 6. řádu i u dalších aukcí z jiných zemí, u kterých jsem byl schopný dohledat data [3], a v naprosté většině případů byla shoda s trendem do ± 10 EUR/MWh, spíše ale přesnější. Přičemž závislost na množství poptávaného výkonu jsem neobjevil.



Obr. 14: Analýza aukčního trendu větrné energie v SRN

Analýza trendu v konkrétním případě SRN ukazuje otáčející se trend, tudíž lze očekávat mírné zvýšení průměrné aukční ceny. Stropní cena pro účast v aukci stanovená Bundesnetzagentur je 63 EUR/MWh.

5.3 Výpočet očekávaných aukčních cen pro jednotlivé projekty

Nejprve jsem z vyfiltrovaných projektů udělal seznam všech kombinací WTG (Wind Turbine Generator), který respektuje typ turbíny, její výkon a výšku stožáru. Ke každé kombinaci jsem následně dopočítal CAPEX a OPEX a poté výsledné hodnoty dosadil zpět

do tabulky pro jednotlivé projekty. Dále jsem dopočítal skutečnou výtěžnost (*Real yield*) podle uvedeného faktoru kvality, zahrnul další náklady (stavební práce, připojení k síti, rezervy, nájmy, apod.), připočítal vliv inflace a nakonec započítal zisky investorů.

5.3.1 Výpočet CAPEX

Podle dodaných dat od společnosti ČEZ a.s. jsem přiřadil k WTG, které byly přímo uvedeny ve výchozí tabulce jejich CAPEX (kde jsem uvažoval změnu výšky stožáru o 1 metr na 10 000 EUR). U zbylých WTG jsem přiřadil CAPEX jiného WTG o ekvivalentním výkonu a upravil jej o změnu výšky stožáru.

Stejně jsem dopočítal i náklady na vyřazení z provozu (*Decommissioning*), kde jsem uvažoval změnu výšky stožáru o 1 metr na 1 000 EUR.

5.3.2 Výpočet OPEX

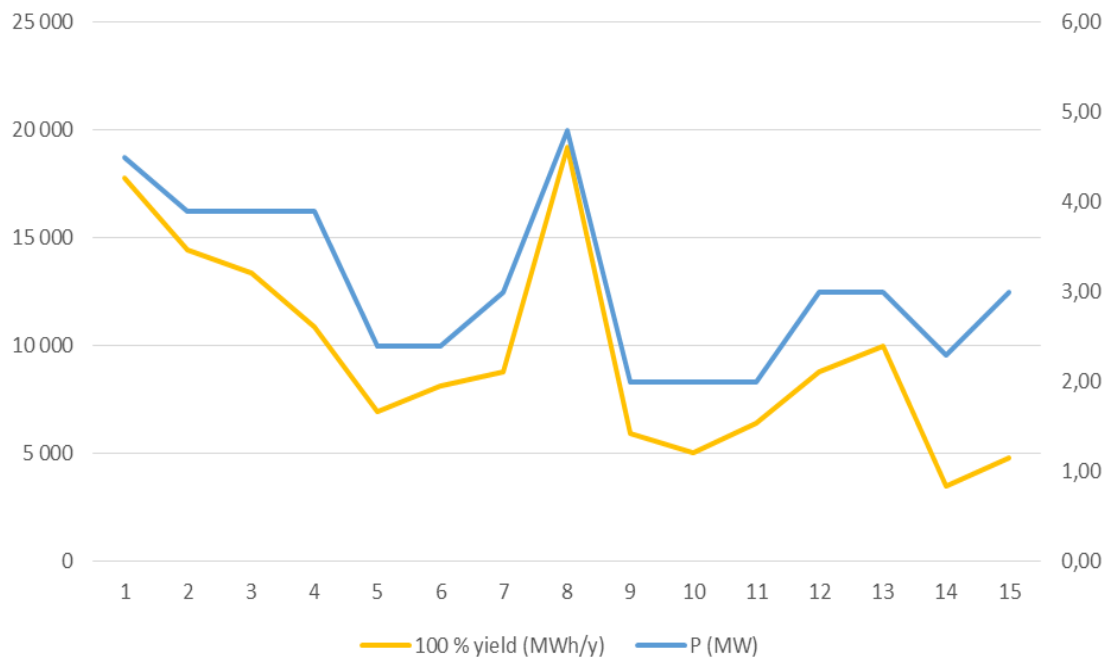
Podobně jako u CAPEX jsem podle výchozích dat přiřadil k WTG, které byly přímo uvedeny v tabulce jejich OPEX, a ke zbylým WTG jsem přiřadil OPEX jiného WTG o ekvivalentním výkonu. Uvažoval jsem dobu provozu elektráren na 25 let, z čehož jsem vypočítal průměrnou roční hodnotu OPEX ($\emptyset OPEX$), kterou jsem použil pro výpočet OPEX za 1 MWh ($OPEX_{1MWh}$).

$$OPEX_{1MWh} = \frac{\emptyset OPEX}{100\% \text{ yield}} \quad \left(EUR/MWh; \frac{EUR}{MWh} \right) \quad (1.3)$$

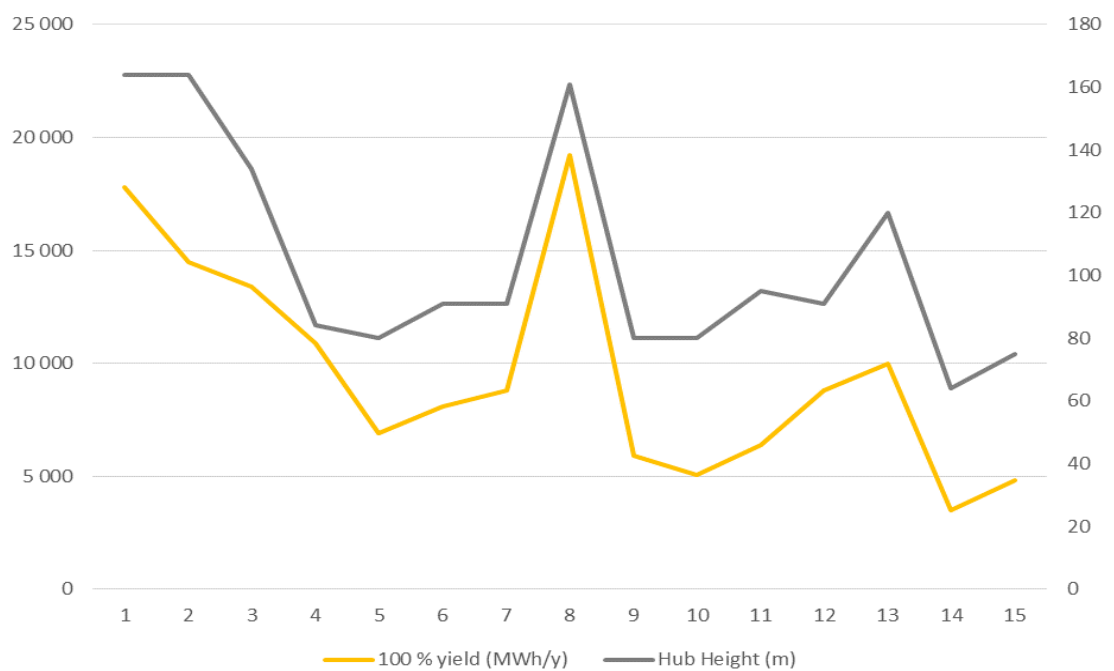
5.3.3 Výpočet 100% výtěžnosti (100% yield) a reálné výtěžnosti (Real yield)

Dle výchozích dat jsem objevil závislost mezi výtěžností, výkonem WTG a výškou stožáru (viz *Obr. 15*, *Obr. 16*), což jsem využil k výpočtu konstanty k pro všechny výchozí WTG, čímž jsem vyjádřil roční výtěžnost na 1 MW výkonu a 1 metr výšky stožáru. Následně jsem konstanty přiřadil k ostatním WTG (dle výrobce a výkonu), vynásobil výkonem a výškou stožáru těchto WTG, čímž jsem vypočetl 100% roční výtěžnost pro všechny WTG.

$$k = \frac{100\% \text{ yield}}{\text{Hub Height} \cdot P} \quad \left(MWh/y \cdot m \cdot MW; \frac{MWh/y}{m \cdot MW} \right) \quad (1.4)$$



Obr. 15: Závislost 100% roční výtěžnosti a výkonu u výchozích WTG



Obr. 16: Závislost 100% roční výtěžnosti a výšky stožáru u výchozích WTG

Reálná výtěžnost (*Real yield*) konkrétních projektů je vypočítána z 100% roční výtěžnosti pro uvedené typy WTG a faktoru kvality uvedeného u konkrétních projektů.

$$Real\ yield = \frac{QF}{100} \cdot 100\% \text{ yield} \quad (MWh/y; \frac{\%}{-}, MWh/y) \quad (1.5)$$

5.3.4 Výpočet stavebních nákladů, připojení k síti, rezerv a nájmu

Pro výpočet stavebních nákladů (*Construction*) a ceny připojení k síti (*Grid connection*) jsem použil kalkulačku z listu *hodnoty od ČEZ*. Stavební náklady jsou závislé na výšce stožáru, průměru rotoru, počtu WTG ve větrné farmě a náročnosti terénu. Podobně tak připojení k síti závisí na náročnosti terénu, počtu WTG ve větrné farmě a délce vedení. Pro zjištění délky vedení jsem dohledal na mapě každou větrnou farmu, u které byl uveden *QF* a její místo připojení k síti a změřil jejich vzájemnou vzdálenost a náklady na připojení rozdělil rovnoměrně mezi všechny WTG dané farmy.

U projektů, kde je uvedena příslušnost ve větrné farmě, ale jiné WTG z této farmy v tabulce nejsou (nebo byly odfiltrovány), jsem uvažoval délku vedení na 0,5 km, jelikož je zde předpoklad vybudovaného vedení u již realizovaných WTG.

Rezervy jsem uvažoval opět podle výchozích hodnot na 8 % pro stavební náklady a 2 % pro součet CAPEX a OPEX.

Nájmy za pozemky, kde jsou WTG umístěny jsem uvažoval mezi 7-10 % z celkové ceny elektřiny. Přičemž 10 % u projektů bez uvedené příslušnosti ve větrné farmě, 9 % u jednoho a dvou WTG ve stejné farmě, 8 % u tří a čtyř WTG ve stejné farmě a 7 % u farem s pěti a více WTG.

5.3.5 Výpočet opravného faktoru

Pro výpočet opravného faktoru jsem vytvořil kalkulačku umístěnou v listu *výpočty*. Samotný výpočet je popsán ve vzorci (1.2). Dupočítaný opravný faktor jsem zaznamenal pro každý projekt, u kterého byl uveden *QF*.

5.3.6 Započítání inflace a zisků

Vliv inflace je poměrně obtížně predikovatelný, avšak je nutné jej také zohlednit. Obvykle je předpověď inflace velmi složitá a relativně přesná jen na kratší časová období. Udělal jsem tedy průměr z meziročních inflací v SRN za posledních 25 let (viz Tab. 9), kterým jsem po jednotlivých letech předpokládaného provozu zvyšoval vypočtenou cenu za 1 MWh a následně ze všech takto vyjádřených meziročních cen ovlivněných inflací udělal průměr.

K výsledné hodnotě respektující vliv inflace jsem následně připočítal zisky, které jsem uvažoval dle výchozích materiálů na 2 %.

Year	Inflation (%)
2018	1,5
2017	1,74
2016	0,48
2015	0,23
2014	0,91
2013	1,5
2012	2,01
2011	2,07
2010	1,1
2009	0,32
2008	2,63
2007	2,3
2006	1,58
2005	1,55
2004	1,67
2003	1,03
2002	1,42
2001	1,98
2000	1,44
1999	0,59
1998	0,91
1997	1,94
1996	1,45
1995	1,71
1994	2,69
1993	4,48
Average	1,58

Tab. 9: Inflace v SRN za posledních 25 let [13]

5.3.7 Chyby a jejich omezení

Je zřejmé, že v průběhu výpočtu vzniklo několik chyb a to převážně kvůli malému objemu vstupních dat. Mezi hlavní se řadí:

- 1. Chyba při přiřazování CAPEX pro typy WTG, které nejsou součástí výchozích dat.** Tuto chybu by bylo možné omezit rozšířením databáze CAPEX o další typy WTG.

2. **Chyba při přiřazování OPEX pro typy WTG, které nejsou součástí výchozích dat** a následná nemožnost určit, jak jsou meziroční hodnoty OPEX ovlivněny množstvím vyrobené energie. Tuto chybu by bylo možné omezit rozšířením databáze jak o OPEX dalších typů WTG, tak o OPEX již uvedených WTG s jinou reálnou výtěžností.
3. **Chyba při přepočtu výtěžností.** Pro omezení této chyby je třeba větší databáze dat s dalšími typy WTG a jejich 100% výtěžnostmi, aby bylo možné lépe zhodnotit vliv výkonu, výšky stožáru a typu WTG na množství vyrobené energie.
4. **Chyba při započítávání vlivu inflace.** Jak bylo naznačeno v kapitole 5.3.6, je předpovídání inflace na delší časová období velmi složité, a tak by pro zmírnění této chyby pomohlo znát strategii zohledňování inflace používanou samotnými investory.

5.3.8 Zhodnocení

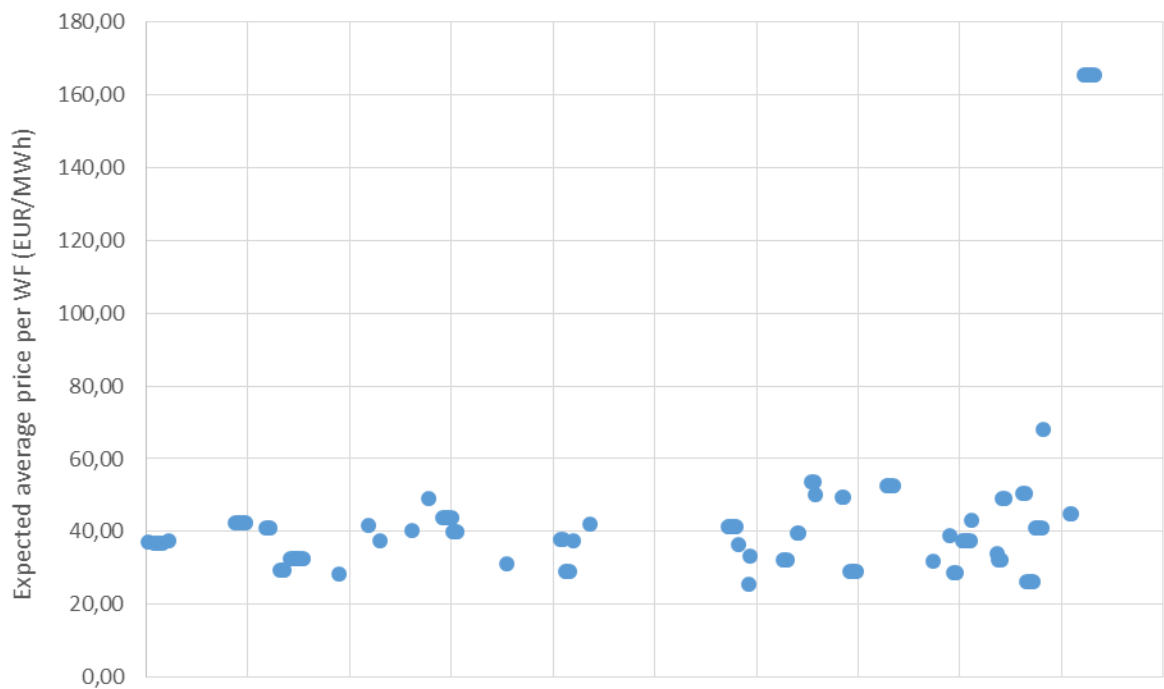
Skutečně se aukce z 1. 2. 2018 zúčastnilo 132 větrných farem o celkovém výkonu 989,3 MW s minimální nabízenou cenou 38 EUR/MWh a maximální nabízenou cenou 62,8 EUR/MWh. Větrných farem, které získaly podporu, bylo 83 o celkovém výkonu 708,9 MW s minimální nabízenou cenou 38 EUR/MWh a maximální nabízenou cenou 52,8 EUR/MWh. [11]

Kvůli složitosti výpočtu referenční výtěžnosti (viz kapitola 3.3.1) a následného zjištění faktoru kvality bohužel nebylo možné vypočítat očekávané aukční ceny u všech větrných farem. Při odhadu referenční výtěžnosti by se do výpočtu vnesla neúnosná chyba.

Při pohledu na *Obr. 17* je patrné, že většina vypočtených očekávaných aukčních cen je nižší než průměrná aukční cena (49 EUR/MWh) a značná část je dokonce nižší než minimální nabízená aukční cena (38 EUR/MWh).

Tato odchylka může být způsobena:

1. Chybami vnesenými do výpočtu (viz kapitola 5.3.7).
2. Sociálními, politickými nebo správními aspekty, které model nezohledňuje.
3. Dalšími náklady, které model neuvažuje.



Obr. 17: Vypočtené průměrné aukční ceny pro jednotlivé větrné farmy

Nejvyšší přesnosti se mi podařilo dosáhnout u WTG, u kterých jsem mohl vycházet z dodaných dat a to jak pro CAPEX, tak OPEX (v listu *výpočty* označeny zeleně). Nižší přesnosti jsem dosáhl u WTG, kde jsem alespoň pro jedny náklady musel použít jiný ekvivalentní WTG (v listu *výpočty* označeny oranžově). Nejnižší přesnosti jsem dosáhl u WTG s malým výkonem 0,8 MW (v listu *výpočty* označeny červeně), u kterých jsem neměl žádné ekvivalentní WTG se známými náklady a musel jsem tedy použít náklady pro WTG s nejnižším výkonem z výchozích dat (2 MW), čímž se do výpočtu vnesla značná chyba.

Závěr

V první kapitole je naznačen popis aukčních schémat, jejich výhody a nevýhody. Zavedení těchto aukčních schémat a jejich dopad v několika vybraných zemích jsou popsány v druhé kapitole. Aukční schémata v těchto analyzovaných zemích přinesla značné snížení cen obnovitelné energie a umožnila lepší plánování rozvoje energetického mixu.

Přínosy a úskalí aukčních schémat v České republice lze jen těžko předpovídat. Avšak při implementaci zkušeností ostatních zemí a pečlivé přípravě legislativního rámce aukčního schématu by se dala úskalí minimalizovat. Výstavba obnovitelných zdrojů by tak byla transparentnější, pravděpodobně by se snížila cena vykupované obnovitelné energie a bylo by možné lépe plánovat výstavbu obnovitelných zdrojů a minimalizovat tak jejich negativní dopady na přenosovou a distribuční síť.

Spolková republika Německo i přes počáteční problémy (zvýšení ceny v první aukci oproti fixnímu tarifu) dokázala implementovat nová pravidla a aukční systém upravit tak, aby se cena solární energie začala snižovat, avšak nelze přesně říci, do jaké míry je toto snižování cen souběžně způsobeno technologickým pokrokem. Při rozšíření aukcí i na větrnou energii (od roku 2017) se již ceny držely polynomického trendu. Velmi praktické se také ukázalo zavedení kompenzačního mechanismu, který upravuje výši podpory pro projekty umístěné v lokalitách s různou větrností, což mělo za následek konzistentněji rozloženou výstavbu větrných farem, které tak přestávají být doménou pouze severu země.

Pro zjištění očekávané aukční ceny během aukce větrné energie v SRN z 1. 2. 2018 jsem nejprve vyfiltroval projekty, které se aukce mohly účastnit (viz kapitola 5.1). Následně jsem provedl analýzu, ve které jsem odhadl očekávanou průměrnou aukční cenu na základě polynomické spojnice trendu průměrných cen předešlých aukcí (viz kapitola 5.2), a poté jsem přešel k vlastnímu výpočtu pro jednotlivé projekty.

Při výpočtu očekávané aukční ceny jsem vycházel z hodnot dodaných společností ČEZ a.s. Jelikož se jedná o poměrně málo dat, musel jsem náklady a výtěžnosti pro většinu větrných elektráren odvozovat a dopočítávat, čímž se do výsledků vnesly chyby (viz kapitola 5.3.7). Navíc kvůli složitosti výpočtu referenční výtěžnosti a následnému zjištění faktoru

kvality u projektů s neuvedeným faktorem kvality jsem mohl očekávanou aukční cenu dopočítat pouze u projektů, kde byl faktor kvality znám.

Nejvyšší přesnosti jsem dosáhl u typů generátorů označených v listu *výpočty zeleně (pořadí 60. - 69.)*, pro které jsem z výchozích hodnot mohl použít konkrétní CAPEX i OPEX. U typů generátorů označených oranžově jsem musel buď jeden, nebo oba druhy nákladů odvozovat od jiných ekvivalentních generátorů. Nejnižší přesnosti jsem dosáhl u typů generátorů označených v listu *výpočty červeně (pořadí 35. - 37.)*, protože jsem pro výkon 0,8 MW neměl k dispozici žádné náklady ekvivalentního generátoru.

Výpočtový model nezohledňuje sociální, politické nebo správní aspekty aukcí, ale vychází pouze z nákladů, které navíc typizuje. Je zde tedy předpoklad, že vypočítaná cena bude nižší než skutečně nabízená cena a je relevantní pouze v případě schválení celé větrné farmy. Z toho důvodu jsem u každé větrné farmy uvedl průměrnou cenu za 1 MWh, která respektuje všechny generátory dané farmy.

Pro zpřesňování výpočtů jsou klíčová další data. Čím více dat různých typů větrných generátorů bude k dispozici, tím více lze výpočet zpřesnit. Pro předvídaní průběhu celé aukce je problematická zejména absence faktorů kvality u vybraných projektů, při jejichž odhadu by vznikla značná chyba.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] OENERGETICE, [online]. *Aukční mechanismy tlačí cenu energie ze solárních systémů dolů.* ©2018. [cit. 2018-01-5]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrina/trh-s-elektrinou/aukcni-mechanismy-tlaci-cenu-energie-ze-solarnich-systemu-dolu/>
- [2] IRENA, [online]. *Renewable energy auctions in developing countries.* ©2018. [cit. 2018-01-5]. Dostupné z: https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Renewable_energy_auctions_in_developing_countries.pdf
- [3] FIN24, [online]. *SA's renewable energy success in 8 slides.* ©2018. [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: <https://www.fin24.com/Economy/SAs-renewable-energy-success-in-8-slides-20151005>
- [4] EIA, [online]. *Hydroelectric plants account for more than 70% of Brazil's electric generation.* ©2018. [cit. 2018-01-15]. Dostupné z: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=27472>
- [5] FORTUNE, [online]. *China's GDP target cut, good or bad? The answer lies in the eye of the beholder.* ©2018. [cit. 2018-01-25]. Dostupné z: <http://fortune.com/2015/03/05/chinas-gdp-target-cut-good-or-bad-the-answer-lies-in-the-eye-of-the-beholder/>
- [6] NEXT BIG FUTURE, [online]. *China renewable energy is mostly hydro and kilowatts are not kilowatt hours.* ©2018. [cit. 2018-02-01]. Dostupné z: <https://www.nextbigfuture.com/2017/10/bad-petland-cdc-blames-pet-store-dogs-for-12-state-diarrhea-outbreak.html>
- [7] IRENA, [online]. *Renewable energy auctions analysing. 2016.* ©2018. [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: http://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/Jun/IRENA_Renewable_Energy_Auctions_2017.pdf?la=en&hash=60B17EF653B901D6214B71D33BF39E398C68DA29
- [8] FACHAGENTUR WINDENENERGIE AN LAND, [online]. *RES Act 2017: New auction system with specific reference to onshore wind.* ©2018. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: https://www.fachagenturwindenergie.de/fileadmin/files/EEG/FA_Wind_RES_Act_2017_New_auction_system.pdf
- [9] CLEAN ENERGY WIRE, [online]. *Germany's energy consumption and power mix in charts.* ©2016. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/germanys-energy-consumption-and-power-mix-charts>

- [10] ČSVE, [online]. *Vývoj výkupních cen větrné energie a ostatních obnovitelných zdrojů*. ©2018. [cit. 2018-03-18]. Dostupné z:
<http://www.csve.cz/clanky/graf-vyvoje-vykupnich-cen/278>
- [11] BUNDESNETZAGENTUR, [online]. *Veröffentlichung der Registerdaten*. ©2018. [cit. 2018-04-10]. Dostupné z:
https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG_Registerdaten/EEG_Registerdaten_node.html
- [12] IRENA, [online]. *Renewable energy technologies: Cost analysis series*. ©2018. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z:
https://www.irena.org/documentdownloads/publications/re_technologies_cost_analysis-wind_power.pdf
- [13] INFLATION, [online]. *Historic inflation Germany – CPI inflation*. ©2018. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z:
<http://www.inflation.eu/inflation-rates/germany/historic-inflation/cpi-inflation-germany.a>
- [14] IRENA, [online]. *Renewable energy auctions: Case from Sub-Saharan Africa*. ©2018. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z:
http://irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_Auctions_Sub-Saharan_Africa_2018.pdf
- [15] IRENA, [online]. *Renewable energy auctions: A guide to design*. ©2018. [cit. 2018 01-02]. Dostupné z:
http://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/Jun/IRENA_Renewable_Energy_Auctions_A_Guide_to_Design_2015.pdf