

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vývoj a rozvoj obnovitelných zdrojů energie v EU

**vedoucí práce: Ing. Milan Bělík, Ph.D.
autor: Bc. Jan Valeš**

Plzeň 2013

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan VALEŠ**
Osobní číslo: **E11N0171P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**
Název tématu: **Vývoj a rozvoj obnovitelných zdrojů energie v EU**
Zadávací katedra: **Katedra technologií a měření**

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

1. Popište základní principy obnovitelných zdrojů energie.
2. Zhodnoťte přírodní, legislativní a technické podmínky pro využívání OZE v EU.
3. Popište vývoj a rozvoj OZE v EU.

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


1. přednášky z předmětu KEE/VEN

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Milan Bělík, Ph.D.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: **15. října 2012**
Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2013**


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




Doc. Ing. Vlastimil Skočil, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

Anotace

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na vývoj a rozvoj obnovitelných zdrojů energie v Evropské unii. Jsou zde uvedeny obecné principy využití těchto obnovitelných zdrojů k výrobě elektrické i tepelné energie. Dále jsou tu specifikovány přírodní podmínky, technické podmínky a legislativa vztahující se pro využívání jednotlivých obnovitelných zdrojů energie v příslušných oblastech Evropské unie. Další část tvoří popis situace obnovitelných zdrojů v Evropské unii a následně i v jednotlivých členských zemích EU. Závěrečná část této práce je věnována vývoji obnovitelných zdrojů vyrábějící energii v různých státech Evropské unie.

Klíčová slova

Obnovitelné zdroje energie, Evropská unie, solární energie, solární elektrárna, větrná energie, větrná elektrárna, vodní energie, vodní elektrárna, geotermální energie, geotermální elektrárna, biomasa

Abstract

The master thesis presents the principles on the evolution and development of renewable energy sources in EU. There are listed the general principles of these renewable resources to produce electrical and thermal energy. Furthermore, there are specified natural conditions, technical possibilities and legislation related to for the use of renewable energy sources in the relevant areas of the European Union. Next part is the description of the situation of renewable sources in the European Union, and subsequently in individual EU Member States. The final part of this work is devoted to the development of renewable sources of producing energy in different states of the European Union.

Key words

Renewable energy sources, the European Union, solar energy, solar power plant, wind energy, wind power, hydro power, hydroelectric power station, geothermal energy, geothermal power, biomass

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

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

V Plzni dne 9.5.2013

Jan Valeš

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Milanu Bělíkovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH	7
ÚVOD	10
1 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	11
1.1 SOLÁRNÍ ENERGIE	12
1.1.1 Výhody	13
1.1.2 Nevýhody.....	13
1.1.3 Přeměna solární energie.....	14
1.1.4 Využití solární energie	14
1.1.5 Termické solární kolektory.....	16
1.1.6 Fotovoltaické solární panely.....	17
1.2 VĚTRNÁ ENERGIE	19
1.2.1 Výhody	19
1.2.2 Nevýhody.....	20
1.2.3 Rozdělení větrných elektráren.....	20
1.2.4 Využití větrné energie.....	20
1.3 VODNÍ ENERGIE	21
1.3.1 Výhody	22
1.3.2 Nevýhody.....	22
1.3.3 Využití vodní energie.....	23
1.3.4 Rozdělení vodních elektráren.....	23
1.4 BIOMASA	23
1.4.1 Výhody	24
1.4.2 Nevýhody.....	24
1.4.3 Využití biomasy.....	24
1.5 GEOTERMÁLNÍ ENERGIE	25
1.5.1 Výhody	26
1.5.2 Nevýhody.....	26
1.6 OSTATNÍ OZE.....	26
1.6.1 Energie moří a oceánů.....	26
1.6.2 Energie vodíku	26
1.6.3 Důlní plyn	27
2 PŘÍRODNÍ A TECHNICKÉ PODMÍNKY V EU	27
2.1 SLUNEČNÍ ENERGIE	27
2.1.1 Přírodní podmínky	27
2.1.2 Technické podmínky.....	28
2.2 VĚTRNÁ ENERGIE	32
2.2.1 Přírodní podmínky	32
2.2.2 Technické podmínky.....	34
2.3 VODNÍ ENERGIE	35
2.3.1 Přírodní podmínky	35
2.3.2 Technické podmínky.....	36
2.4 BIOMASA	37
2.4.1 Přírodní podmínky	37
2.4.2 Technické podmínky.....	38
2.5 GEOTERMÁLNÍ ENERGIE	39
2.5.1 Přírodní podmínky	39
2.5.2 Technické podmínky.....	39

3	LEGISLATIVNÍ PODMÍNKY EU	40
3.1	ENERGETICKÁ POLITIKA A LEGISLATIVA EU	40
3.1.1	<i>Právní základ a cíle</i>	41
3.1.2	<i>Počáteční kroky.....</i>	41
3.1.3	<i>Akční plány pro OZE</i>	41
3.1.4	<i>Směrnice o OZE.....</i>	42
3.1.5	<i>Budoucí kroky</i>	43
3.1.6	<i>Podpůrné politiky.....</i>	44
3.2	PODPORA OZE.....	44
3.2.1	<i>Funkce ekonomických nástrojů.....</i>	45
3.2.2	<i>Typy nástrojů</i>	45
3.2.3	<i>Výkupní ceny.....</i>	49
3.3	POPLATKY ZA OZE.....	50
3.3.1	<i>Úroveň poplatků za OZE v EU a míra podpory průmyslu.....</i>	50
3.3.2	<i>Modely snížených poplatků za OZE pro průmysl.....</i>	51
4	SITUACE OZE V EU.....	53
4.1	ENERGETICKÁ BILANCE OZE V EU	53
4.2	PŘENOSOVÁ SOUSTAVA V EU.....	60
5	OZE V JEDNOTLIVÝCH STÁTECH EU.....	62
5.1	BELGIE.....	63
5.2	BULHARSKO.....	64
5.3	ČESKÁ REPUBLIKA	65
5.4	DÁNSKO.....	67
5.5	ESTONSKO	68
5.6	FINSKO.....	69
5.7	FRANCIE	70
5.8	IRSKO.....	71
5.9	ITÁLIE	72
5.10	KYPR	73
5.11	LITVA	74
5.12	LOTYŠSKO	75
5.13	LUCEMBURSKO	76
5.14	MAĎARSKO.....	77
5.15	MALTA	78
5.16	NĚMECKO	79
5.17	NIZOZEMSKO	80
5.18	POLSKO.....	81
5.19	PORTUGALSKO.....	82
5.20	RAKOUSKO	83
5.21	RUMUNSKO.....	84
5.22	ŘECKO	85
5.23	SLOVENSKO	86
5.24	SLOVINSKO.....	87
5.25	ŠPANĚLSKO.....	88
5.26	ŠVÉDSKO	89
5.27	VELKÁ BRITÁNIE	90
6	VÝVOJ A ROZVOJ OZE V EU	91
6.1	SOLÁRNÍ ELEKTRÁRNÝ	91
6.1.1	<i>Solární elektrárna Olmedilla de Alarcón ve Španělsku</i>	91
6.1.2	<i>Solární elektrárna Lieberose v Německu</i>	92
6.1.3	<i>Solární elektrárna Gemasolar ve Španělsku.....</i>	93
6.1.4	<i>Solární elektrárna Andasol ve Španělsku.....</i>	94
6.1.5	<i>Solární elektrárny na továrnách Renault ve Francii.....</i>	95

6.1.6	<i>Solární park Pocking v Německu</i>	95
6.1.7	<i>Fotovoltaická instalace na fotbalovém stadionu v Německu</i>	96
6.2	VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY	96
6.2.1	<i>Větrná elektrárna Fantanele a Cogevalac v Rumunsku</i>	96
6.2.2	<i>Pobřežní větrná farma Thanet ve Velké Británii</i>	97
6.2.3	<i>Větrná elektrárna Middelgrunden v Dánsku</i>	98
6.2.4	<i>Vertiwind – nový typ plovoucí větrné turbíny</i>	99
6.3	VODNÍ ELEKTRÁRNY.....	99
6.3.1	<i>Vodní elektrárna Kraftwerk Altenwörth v Rakousku</i>	100
6.3.2	<i>Vodní elektrárna Płaviņas v Lotyšsku</i>	100
6.3.3	<i>Přílivová elektrárna Rance ve Francii</i>	101
6.3.4	<i>Přečerpávací elektrárna Dlouhé stráně v ČR</i>	102
6.3.5	<i>Přečerpávací elektrárna Goldisthal v Německu</i>	102
6.3.6	<i>Hydroenergetický systém Reșita v Rumunsku</i>	103
6.4	ELEKTRÁRNY NA BIOMASU, BIOPLYNOVÉ STANICE.....	103
6.4.1	<i>Bioplynová stanice v RIBE v Dánsku</i>	104
6.4.2	<i>Elektrárna Hodonín v ČR</i>	104
6.5	GEOTERMÁLNÍ ELEKTRÁRNY	105
7	POTENCIÁL A PERSPEKTIVY OZE	106
	ZÁVĚR	108
	POUŽITÁ LITERATURA	110

Úvod

Celková celosvětová spotřeba energie stále roste. Energie je jedna z nejdůležitějších aspektů na světě a život bez ní si již neumíme představit. Existence prakticky všeho živého je závislá na spotřebě energie. S vývojem lidstva se mění také způsob získávání energie související především s rozvinutostí daného druhu energie. Ještě v 18. století bylo nejvýznamnější surovinou dřevo, 19. století ovládalo uhlí a století 20. patřilo ropě a zemnímu plynu.

Zásoby neobnovitelných zdrojů, zejména z fosilních paliv (ropa, uhlí, zemní plyn), se však neustále ztenčují a postupně vyčerpávají. Výroba a spotřeba energie z těchto zdrojů mění i naše životní prostředí a neúměrně zatěžují především atmosféru. Například při těžbě zemního plynu či ropy se do atmosféry dostává nemalé množství metanu. Spalování fosilních paliv je největší zdroj emisí oxidu uhličitého, který je jeden ze skleníkových plynů. Rostoucí koncentrace oxidu uhličitého a metanu v atmosféře vede k růstu teploty na Zemi. Globální oteplování bude mít katastrofální následky pro naše budoucí generace. Dalším problémem je také značná nevyváženost mezi místem těžby a místem spotřeby těchto energetických zdrojů. Nejvíce zdrojů jako je ropa a zemní plyn se vyskytuje převážně v rozvojových, tedy nepřilíš stabilních státech. Naopak největší spotřebitelé se nacházejí v rozvinutých státech (Evropská unie, USA, Japonsko), které větší zásoby energetických zdrojů postrádají. Tyto státy se ocitají v nepříjemné pozici a stávají se být závislé na několika málo státech. Nabízí se proto možnost využívat tzv. obnovitelné zdroje energie (OZE).

Tato předkládaná práce je zaměřena na vývoj a rozvoj obnovitelných zdrojů energie v Evropské unii. Ačkoliv rozvoj a využití OZE není žádné nové odvětví, největšího vzestupu dosahuje v posledních letech a stává se z něj stále aktuálnější a populárnější problematika, a to zejména v EU. V první části této práce budou uvedeny obecné zásady využití, funkčnost a charakteristika jednotlivých obnovitelných zdrojů energie. Potom bude následovat seznámení s přírodními a technickými podmínkami a možnostmi využití OZE. Chybět nebude ani legislativní rámec EU. Poté chci uvést přehled situace OZE v EU včetně vlivu na přenosovou soustavu a následně se zaměřit na využívání OZE v jednotlivých členských státech EU. Dále bych chtěl ukázat a popsat některá zajímavá konkrétní zařízení využívající obnovitelnou energii. Cílem je vytvořit ucelený přehled o stavu rozvoje, vývoje a perspektivách OZE v celé EU, aby si případný čtenář mohl udělat reálnou představu širšího uplatnění a budoucího potenciálu těchto obnovitelných zdrojů, které se vyskytují všude kolem nás.

1 Obnovitelné zdroje energie

Obnovitelné zdroje energie jsou přírodní energetické zdroje, které mají schopnost částečné nebo úplné obnovy. Patří mezi ně především sluneční, větrná a vodní energie a biomasa. V některých částech světa lze využít také energii mořského přílivu nebo geotermální energii (energie pocházející z nitra Země). Z celosvětového hlediska představují OZE obrovský, ekologicky čistý potenciál, kterým by bylo teoreticky možné pokrýt současnou celkovou spotřebu na světě. Využívání obnovitelných zdrojů k výrobě elektřiny resp. k přeměně na elektrickou energii je však limitováno: [1]

- malou plošnou hustotou,
- nestejně rozložení v různých lokalitách,
- proměnlivou intenzitou během dne i roku,
- velkými počátečními investicemi.

Za primární energii považujeme energii sluneční, která poskytuje téměř neustálý tok energie. Dopadající sluneční energii lze využívat buď přímo k přeměně tepelné či elektrické energie, nebo díky přírodním pochodům (fotosyntéza, voda, vítr, déšť,...) také nepřímo, kdy se sluneční energie může transformovat, ukládat a využívat jako biomasa, fosilní paliva, vodní energie, větrná energie.

Přímé využití sluneční energie:

- *Přeměna na teplo*

Za pomoci slunečních kolektorů je možné ohřívat např. užitkovou vodu. Další možností je nechat soustředit sluneční paprsky do jednoho místa (obří solární termické elektrárny).

- *Přeměna na elektřinu*

Sluneční záření se ve fotovoltaických článcích přeměňuje přímo na elektřinu, přičemž se využívá vlastností polovodičů a přechodu PN.

Nepřímé využití sluneční energie:

- *Biomasa*

Až 0,1% slunečního záření se při biochemických přeměnách ukládá v organických sloučeninách (zelené rostliny). Tuto energii můžeme později využít ve formě biomasy.

- *Větrná energie*

Vítr vzniká také pomocí slunečního záření. To je způsobeno nerovnoměrným zahříváním povrchu naší planety. Díky větru můžeme získávat energii ve větrných elektrárnách.

- **Vodní energie**

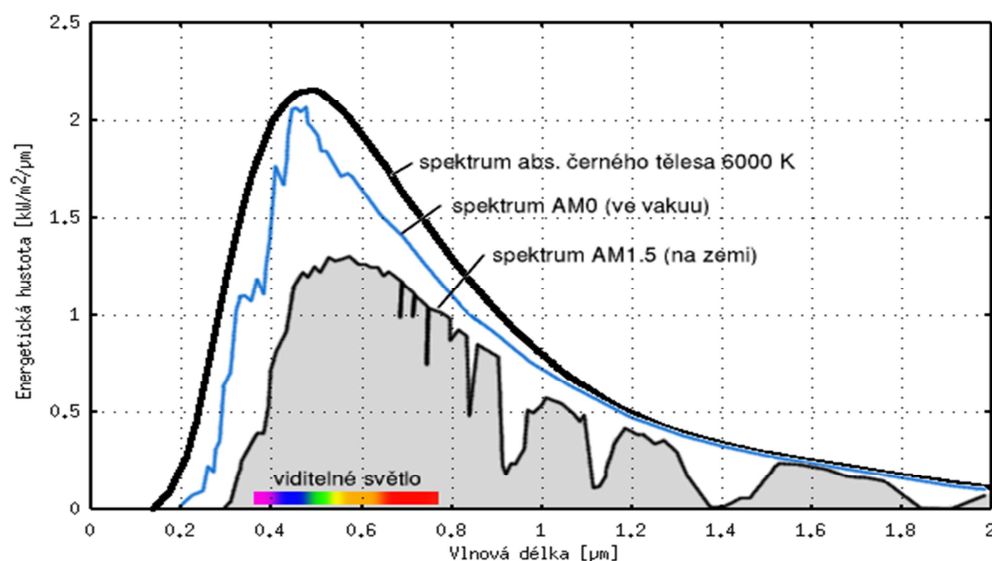
Vodní plochy zaujímají přibližně dvě třetiny plochy naší planety a přibližně čtvrtina dopadající sluneční energie způsobuje vypařování vody. Dešťové srážky z mraků plní řeky a tím vzniká obrovské množství energie proudící vody, která se získává ve vodních elektrárnách.

- **Fosilní paliva**

Za příznivých podmínek se výše zmíněná biomasa přemění na fosilní paliva. K těmto přeměnám dochází za vysokých teplot a tlaků v hloubce pod povrchem země (bez přístupu vzduchu). Tyto procesy trvají velmi dlouhou dobu a pro nás jsou v současné době důležité pouze ty procesy, které proběhly již před několika miliony lety, protože z těch můžeme nyní čerpat uhlí, ropu a zemní plyn. [2]

1.1 Solární energie

Solární energie je energie dopadající na zemský povrch v podobě slunečního záření. Je k dispozici všude kolem nás. Vzniká termonukleárními reakcemi v nitru Slunce. Solární energie je energií elektromagnetického záření. Vzhledem k tomu, že vyčerpání zásob kyslíku na Slunci se odhaduje za cca 5-8 miliard let, můžeme tuto energii označit za prakticky nevyčerpatelnou. Slunce je od Země vzdálené asi 150 milionů km a celkem vyzařuje výkon zhruba $3,9 \cdot 10^{36}$ W. Jeho sluneční paprsky vyzařují v širokém spektru vlnových délek (viz Obr. 1). Nejvýznamnější oblast záření je pro nás cca 400 až 650 nm. Toto záření je totiž pro naše oči viditelné. V tomto rozsahu dopadá také na zemský povrch největší množství energie. Energeticky významné je i infračervené záření (vlnová délka 650 nm až cca 2000 nm). [4] [5]



Obr. 1 Spektrum slunečního záření. Převzato z [3]

Sluneční energie je nejvýznamnějším zdrojem energie pro veškerý život na Zemi. Jejím zapříčiněním vznikly i tzv. **neobnovitelné zdroje**, tj. zejména fosilní paliva (ropa, uhlí a zemní plyn). Z důvodu neustálého ztenčování a hrozícího vyčerpání těchto fosilních paliv se začíná stále více poohlížet po možnostech využití právě obnovitelných zdrojů, mezi které solární energie samo sebou patří. Sluneční záření se podílí i na vzniku ostatních **obnovitelných zdrojů**, tj. energie větru, energie vody, biomasa.

Na povrchu zemské atmosféry je příkon (hustota energie) dopadajícího záření $1,37 \text{ kW/m}^2$. Tato hodnota je nazývána solární konstantou. Množství solární energie, které dopadá na zemský povrch, by stačilo k uspokojení všech potřeb. Museli bychom ji však umět efektivněji využít. Situace se za poslední dobu však výrazně zlepšila. Sluneční energie je dostupná po celé Zemi, ovšem mezi jednotlivými oblastmi jsou značné rozdíly. Množství využitelné energie slunečního svitu závisí na různých faktorech: [4]

- zeměpisná šířka,
- roční doba,
- místní klimatické podmínky, oblačnost,
- sklon a orientace plochy, na kterou sluneční záření dopadá.

Energie solárního záření:

$$Q_{S,den} = \int_{t_1}^{t_2} I dt \text{ [Whm}^{-2}\text{]} \quad (1)$$

kde I ... intenzita slunečního svitu

1.1.1 Výhody

Solární energie představuje v lidském měřítku prakticky nevyčerpatelný zdroj energie. Její využití nemá téměř žádné negativní dopady na životní prostředí a neprodukuje žádné škodlivé odpady. Další výhodou je její téměř univerzální plošná dostupnost (sluneční světlo nemusíme odnikud dovážet), nenáročná obsluha a nízké provozní náklady, neboť je zdarma. Díky uvedeným výhodám je ve většině států její využívání intenzivně podporováno.

1.1.2 Nevýhody

Největší nevýhodou sluneční energie je její časová proměnlivost a malá plošná hustota. Proto nelze tento zdroj využít jako samostatný zdroj, pro celoroční použití musíme mít ještě další zdroj energie, který pokryje potřebu energie v době, kdy je slunečního záření nedostatek. Další nevýhodou je vyšší počáteční investice. Obtížnější je také skladovatelnost solární energie pro pozdější ekonomické využití, i když se i toto omezení v dnešní době překonává.

1.1.3 Přeměna solární energie

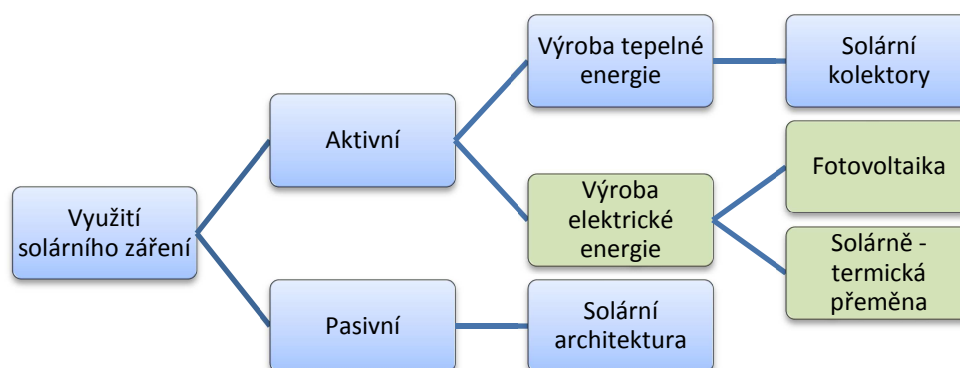
Slunce je největším zdrojem energie na Zemi. Při termonukleárních reakcích v nitru Slunce dopadá na osvětlenou část zeměkoule každou vteřinu $1,74 \cdot 10^{14}$ J zářivé energie. Část této energie se odrazí zpět do Vesmíru, část se rozptýlí a pohltí v atmosféře. Zbytek energie dopadá na povrch Země. Za slunečného dne dopadne na jeden m^2 každou sekundou zhruba 1000 J energie. Tato energie dopadá na Zemi již od samotného počátku jejího vzniku a podle zákona o zachování energie je vyloučeno, že by energie nějak zmizela. Energie tak nevzniká ani nezániká, jen je přeměňuje jedna její forma na druhou. Část energie se proměnila na teplo nezbytné k udržení života na Zemi, část se spotřebovala na udržení životního cyklu (koloběh vody v přírodě). Obrovská část slunečního záření se zase ukládala do těl rostlin, využívá se přitom proces zvaný fotosyntéza. Z těchto rostlin postupně vznikla fosilní paliva. [6] [7]

Využití solární energie může být využito vícero způsoby. V současné době existuje na trhu dostatečné množství produktů, které vyhoví potřebným požadavkům. Jedná se o **termické solární systémy** sloužící k ohřevu vody v bazénech nebo k vytápění domů a budov, nebo o ekonomické **fotovoltaické systémy** vyrábějící elektřinu.

1.1.4 Využití solární energie

Možnosti využití solární energie můžeme rozdělit na pasivní a aktivní:

- **Pasivní** využití spočívá v principech tzv. solární architektury, dále to jsou nízkoenergetické domy, pasivní domy.
- **Aktivní** představuje využití solárních článků k přímému využití slunečního záření (solární tepelné systémy, fotovoltaické systémy).



Obr. 2 Rozdělení využití slunečního záření

1.1.4.1 Pasivní využití solární energie – solární architektura

Pasivní využití solární energie (k vytápění budov) můžeme také jinak nazvat solární architekturou. Jedná se zejména o **nízkoenergetické a pasivní domy**. Tento princip spočívá v jejich úsporách energie. Využívá se tzv. skleníkového efektu. Návrh a realizace je jednodušší u nových staveb, protože už při samotném návrhu budovy se zaměřujeme kromě vzhledu především na správnou konstrukci, aby byla schopna zachytit co největší množství energie ze slunečního záření. Toho je docíleno zejména na jižních stěnách a částech střechy. Záleží tedy na architektonické a konstrukční koncepci, a také na typu a správné orientaci budovy v terénu. Správnou orientací budovy se nechá uspořit 5 až 15 % tepelné energie. Starší budovy je zase možné vhodně zrekonstruovat (vybudování zimní zahrady, skleněné nadstavby, prosklené přístavky). Jelikož se zde využívá selektivní propustnosti tepelného záření přes transparentní materiály, snažíme se, aby jižní strany fasád byly převážně prosklené (osazení velkými okny). Při takovém využívání energie nejsou potřeba další technická zařízení. Zachycené teplo se akumuluje do stěn a stropů. Zahřáté stěny potom poskytují teplo, které se převádí do vnitřních prostor domu. Velkou výhodou solární architektury je, že při jejím využití nejsou potřeba další technická zařízení. Nevznikají tak žádné provozní náklady a neznečišťuje se ani životní prostředí. [8]

1.1.4.2 Aktivní využití solární energie

Aktivní využití solární energie se realizuje pomocí technických zařízení. Používají se **termické kolektory a fotovoltaické panely**. V termických kolektorech dochází k ohřevu vody, která se využívá jako užitková voda, na vytápění nebo k ohřevu bazénů. Existují nízkoteplotní a vysokoteplotní systémy. Fotovoltaické panely zase pomocí tzv. fotovoltaického jevu přeměňují sluneční záření na elektřinu.

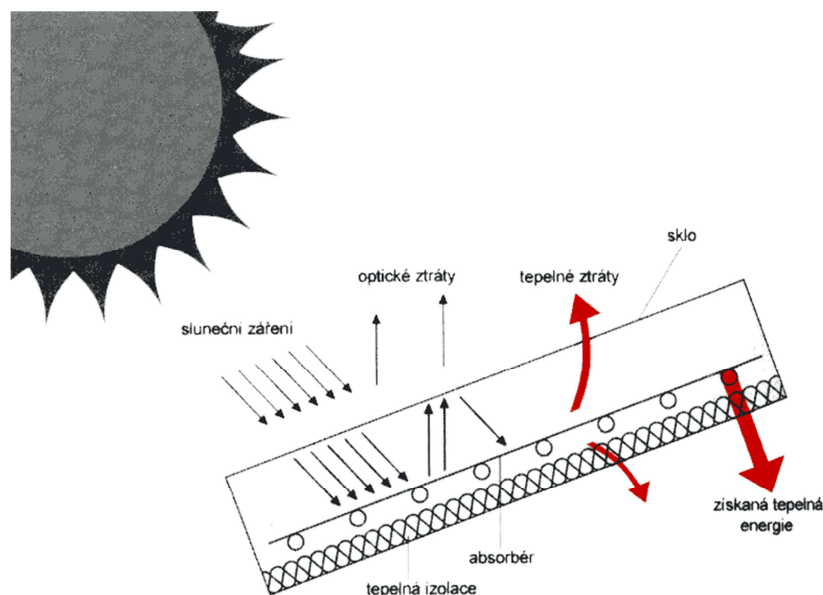
Možnosti aktivního využití solárního záření závisí zejména na dvou faktorech: [9]

- **Doba slunečního záření** - uvádí se jako průměrná hodnota za určité časové období (nejčastěji za rok). V podmínkách ČR je přibližně 1500 hodin za rok.
- **Intenzita slunečního záření** - množství sluneční energie, které dopadne na jednotku vodorovné plochy za určité časové období (uvádí se taktéž nejčastěji za rok). V ČR se tato hodnota pohybuje mezi 950 - 1250 kWh/m² za rok.

Oba faktory vždy velmi ovlivňuje aktuální počasí. Dopadající sluneční záření je v různých částech EU sice odlišné a kolísavé. Nejvíce ho však dopadá přes léto, kdy je jeho potřeba nejnižší. Přesto jsou v EU podmínky pro využití solární energie poměrně dobré. [7] [10]

1.1.5 Termické solární kolektory

Termické solární kolektory jsou jednou ze dvou forem nejčastějších způsobů aktivního využívání solární energie. Kolektory jsou určeny k získání tepla ze slunečních paprsků. Slouží k ohřevu vody, která je následně využívána jako užitková voda (TUV), dále se používá k vytápění, nebo k ohřevu vody v bazénech.



Obr. 3 Princip funkce solárního kolektoru [11]

Nejvýznamnější součástí každého termického kolektoru je **tzv. absorbér**. Jedná se o trubici resp. desku, která se nachází uvnitř kolektoru. Na povrchu absorbéru dochází k pohlcení slunečního světla a následné přeměně na teplo. Aby absorbér „přitahoval“ a pohlcoval co nejvíce slunečního záření je potřeba správná volba barvy (černá) a vhodně použitý materiál absorbéru (speciální selektivní vrstva). To také souvisí s požadovanou teplotou pro různé aplikační oblasti. Při přeměně energie nevyhnutelně vznikají tepelné ztráty.

Podle konstrukce a využití rozlišujeme 3 základní druhy termických solárních kolektorů:

1. **bazénové sluneční kolektory** – pro ohřev vody v bazénech či nádržích
2. **ploché sluneční kolektory** – pro ohřev teplé užitkové vody nebo pro vytápění
3. **vakuové sluneční kolektory** – pro vytápění domu

Existují i další typy solárních kolektorů:

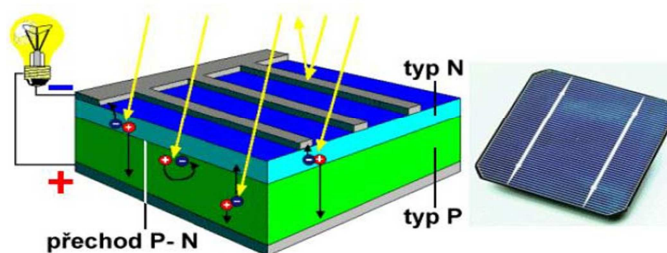
- **ploché vakuové kolektory**
- **teplovzdušné kolektory**
- **koncentrační kolektory**

1.1.6 Fotovoltaické solární panely

Fotovoltaické solární panely slouží k **přímé výrobě elektrické energie ze slunečního záření**. Toho se dosahuje za pomoci tzv. fotovoltaického či fotoelektrického jevu. Jedná se o jev, při kterém fotony dopadající na určitý materiál (křemík) uvolňují elektrony, čímž se článek nabíjí a vzniká elektrický proud. Nejdůležitější část fotovoltaických solárních panelů tvoří solární články, což jsou ploché polovodičové součástky, které produkují napětí o hodnotě 0,6 - 0,7 V.

1.1.6.1 Princip fotovoltaického článku

Fotovoltaický (solární) článek využívá tzv. fotovoltaického jevu. Jedná se o jev, při kterém se v látce působením světla ve formě fotonů uvolňují elektrony. Fotovoltaický článek je v podstatě polovodičová dioda. Je tvořen tenkou křemíkovou destičkou s vodivostí typu P, na kterou se při výrobě vytvoří tenká vrstva polovodiče typu N. Mezi těmito vrstvami je hraniční přechodová vrstva, tzv. P-N přechod. Působením světla na článek se z krystalové mřížky polovodiče začnou uvolňovat záporné elektrony. Na přechodu P-N se vytvoří elektrické napětí, které dosahuje u křemíkových článků velikosti přibližně 0,5V. Energie dopadajícího světla se v článku změní na energii elektrickou. Připojíme-li k článku pomocí vodičů nějaký spotřebič či elektrody, které spojíme drátem, začne obvodem procházet elektrický proud. Pro získání většího napětí nebo proudu zapojujeme jednotlivé články sériově nebo paralelně, čímž vznikají fotovoltaické panely.



Obr. 4 Princip fotovoltaického článku. Převzato z [12]

Získaný proud ze solárního článku je úměrný velikosti ozařované plochy článku. Výkon křemíkových fotovoltaických článků o ploše 1 m² je 80–100 W. Účinnost článku udává podíl přeměny slunečního záření na elektrický výkon a závisí na struktuře materiálu a způsobu výroby fotovoltaického článku (laboratorní nebo průmyslová). Čím větší účinnost, tím větší výkon na m² může článek vyrobit. Účinnost fotovoltaického článku:

$$\eta = \frac{P_{el}}{\Phi} \quad \left(\text{účinnost} = \frac{\text{výstupní elektrický výkon}}{\text{vstupní energie slunečního záření}} \right) \quad (2)$$

1.1.6.2 Základní typy fotovoltaických článků

Pro lepší přehled rozlišujeme čtyři generace fotovoltaických článků: [13] [14]

- a) **První generace** – fotovoltaické články vyráběné z destiček monokrystalického křemíku, v nichž je vytvořen P-N přechod. Jsou nejrozšířenější (90%) a dosahují poměrně vysoké účinnosti (sériová výroba 16 až 19 %, speciální struktury až 24 %).
- b) **Druhá generace** – snaha snížit množství křemíku a zlevnit výrobu použitím tenkovrstvých článků, které se vyznačují až 1000x tenčí polovodičovou vrstvou.
- c) **Třetí generace** – použití jiných metod než P-N přechodů a často i jiných materiálů než polovodiče. Jsou to např. fotogalvanické články, polymerní články, nanostruktury ve formě uhlíkových nanotrubiček nebo nanotyčinek apod.
- d) **Čtvrtá generace** – kompozitní fotovoltaické články z jednotlivých vrstev, které jsou schopné využívat širokou část slunečního spektra.

Vhodným propojením solárních článků (nejčastěji sériově) vznikne solární fotovoltaický panel. Ten musí být mechanicky a klimaticky dobře odolný. Spodní část panelu tvoří pevná deska, horní pak krycí plocha. Právě výběr krycí plochy je velmi důležitý, nejčastěji to bývá speciální kalené sklo. Vybraný materiál musí dobře pohlcovat vysoké množství záření a zároveň mít velkou odolnost i před nepříznivým krupobitím. Velikost fotovoltaických panelů se liší dle výrobců - obvykle jsou menší než 2 m². Jeden kilowatt instalovaného výkonu krystalické technologie vyprodukuje v průměru 15 let cca 900 kWh za jeden rok.

Nejrozšířenější jsou v dnešní době fotovoltaické solární články na bázi křemíku, který je druhým nejrozšířenějším prvkem v zemské půdě a také nejlépe prozkoumaným polovodičem. Různým zpracováním křemíku rozlišujeme 3 základní dostupné druhy solárních panelů:

1. **monokrystalické panely** – běžná účinnost 13-17% (laboratorní max. 25%);
2. **polykrystalické panely** – běžná účinnost 12-15% (laboratorní max. 20%);
3. **amorfní panely** – běžná účinnost 6-9% (laboratorní max. 12%).

Vývoj fotovoltaických článků přinesl i nové technologie s vysokou účinností, nicméně z finančního hlediska se neuplatnily. Můžeme se například setkat s těmito články: [13]

- **galiumarsenid** (arsenid galitý, GaAs)
- **diselenid mědi a india** (copper indium diselenide, CuInSe₂, CIS)
- **telurid kadmia** (kadmium telluride, CdTe)
- **články využívající organické látky**
- **nanostruktury**

1.2 Větrná energie

Větrná energie patří rovněž k nevyčerpatelným zdrojům. Je to jedna z forem sluneční energie. Sluneční záření zahřívá vzduch, který proudí z míst vyššího tlaku do míst s tlakem nižším. Díky tomu, že slunce zahřívá zemský povrch nerovnoměrně, vzniká vítr. Pohybová energie větru roztáčí vrtuli (lopatky rotoru) a tím vzniká mechanická energie, která je připojena ke generátoru větrné elektrárny, kde se mění na elektrickou energii. Pod pojmem vítr rozumíme pouze horizontální složku proudění vzduchu, ve vrstvě několika desítek metrů nad zemí jsou stoupavé vzdušné proudy nevýznamné. Energie větru se řadí k historicky nejstarším využívaným zdrojům energie.

Energie větru a výkon:

Základní vztah pro výpočet energie větru vychází z pohybové rovnice:

$$E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 [J] \quad (3)$$

kde: m ... hmotnost vzdušné masy [kg]

v ... rychlost proudění vzduchu [m/s]

Dosadíme-li za hmotnost vztah $m = \rho \cdot V [kg]$, dostaneme konečný vztah pro výpočet teoretického výkonu větru:

$$P_V = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 [W] \quad (4)$$

kde: ρ ... hustota vzduchu [kg/m^3]

A ... plocha, kterou prochází vzdušná masa [m^2]

v ... rychlost větru [m/s]

Ze vztahu lze vidět, že výkon větru roste s třetí mocninou rychlosti větru. Jinak řečeno, zvýší-li se rychlost větru na dvojnásobek, výkon větru se zvětší osmkrát.

1.2.1 Výhody

Větrná energie má samozřejmě mnoho výhod. Energie větru je obnovitelným nevyčerpatelným zdrojem energie. K výrobě elektřiny dochází poměrně snadnou přeměnou větru (mechanická energie). Při vlastní spotřebě elektřiny se vyhneme přenosovým ztrátám. Jedná se o výrobu čisté energie, při níž nedochází k produkci žádných škodlivých emisí a odpadů. Přebytky vyrobené elektřiny může výrobce prodávat do veřejné distribuční sítě, čímž docílí ekonomického přínosu. Dalším pozitivem je zájem turistů.

1.2.2 Nevýhody

Naopak mezi nevýhody větrné energie patří poměrně vysoká hlučnost (dle předpisů je nutno snížit úroveň hluku pod 45 dB). Jedná se o nestabilní zdroj s nerovnoměrností dodávky energie. Předrealizační fáze je časově a finančně náročná. návratnost vložených finančních nákladů se nedá přesně určit, je závislá na síle větru a následné vyrobené elektřině. Může i nastat rušení televizního signálu. Existuje také možnost poškození náhlým silným větrem - při rychlosti kolem 20 m/s se elektrárna obvykle odstavuje (zabrzdnění vrtule), aby nedošlo k havárii. Výstavba větrné elektrárny může mít vliv na estetické narušení krajiny. Energetické využití větru má smysl jen tam, kde vítr dosahuje průměrné rychlosti nad 5 m/s. Malé stroje začínají pracovat již při rychlostech okolo 4 m/s, ale jejich výkon je velmi malý. Největšího výkonu dosahuje elektrárna při rychlostech větru kolem 10 m/s. Energie větru totiž roste se třetí mocninou rychlosti, takže např. vítr o rychlosti 5 m/s má dvakrát více energie než při rychlosti 4 m/s. [16]

1.2.3 Rozdělení větrných elektráren

Větrná elektrárna je určitý typ zařízení, které přeměňuje větrnou energii na energii elektrickou. Nejprve dochází k přeměně větrné energie na energii mechanickou sloužící zejména pro větrné pumpy a větrná čerpadla, která získanou energii potřebují pro čerpání vody.

Dle různých hledisek můžeme větrné elektrárny dělit do několika kategorií: [17]

- dle **aerodynamického principu** - vztlkové, odporové
- dle **osy rotace** - svislé, vodorovné
- dle **výkonu větrného motoru** – malé (do 20kW), střední (20 – 50kW), velké (nad 50kW)
- dle **závislosti na rozvodné síti** – autonomní systémy, tj. systémy nezávislé na rozvodné síti (grid-off), systémy připojené k síti (grid-on)

1.2.4 Využití větrné energie

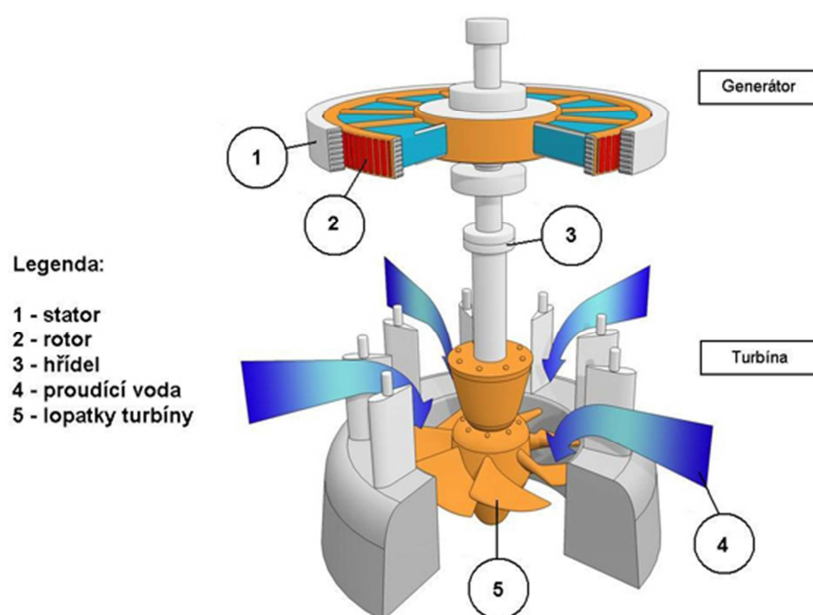
V současnosti se z větrné energie získává převážně elektrická energie. Velká zařízení dodávají elektrickou energii do distribuční sítě. Drobná zařízení zase mohou sloužit i pro zásobování odlehlých objektů nepřipojených k rozvodné síti – horské chaty, lodě apod. Dříve se energie větru převáděla přímo na mechanickou práci. Dnes jsou takové provozované větrné mlýny už jen kuriozitou. Občas se můžeme setkat s větrnými čerpadly na vodu, např. na pastvinách. Větrné elektrárny slouží také jako velké lákadlo turistů, např. v Dánsku se pořádají výlety lodí

na mořskou větrnou farmu Middelgrunden nedaleko Kodaně, nebo poblíž Vídně můžeme navštívit elektrárnu, která má pod vrtulí i vyhlídkovou plošinu. Setkat se můžeme i s využitím větrné elektrárny jako reklamního poutače.

1.3 Vodní energie

Vodní energii lze považovat jako jednu z nejdéle využívaných energetických zdrojů. Nejstaršími hydraulickými stroji jsou vodní kola, která se využívala jako pracovní stroje k dopravě vody a později i jako energetické stroje sloužící k pohonu jiných strojů (např. ve mlýnech). Již před první světovou válkou bylo u nás hned několik tisíc malých vodních elektráren vyskytujících se nejvíce na místech původních vodních mlýnů, pil a hamrů. Vodní energie se dá velmi dobře a účinně přeměnit na žádanou elektřinu. Největší význam z hlediska získávání energie mají dnes vodní elektrárny.

Vodní energie je rovněž jednou z forem sluneční energie, přičemž sluneční svit vypařuje vodu, následné dešťové srážky z mraků plní řeky. Vodní elektrárny soustředí měrnou energii vodního toku vybudováním jezu nebo přehradních nádrží. Voda proudí na lopatky turbíny, která se roztáčí. Jelikož je turbína na společné hřídeli s elektrickým generátorem (dohromady tvoří tzv. turbogenerátor), roztáčí i generátor elektrického proudu. Mechanická energie proudící vody se tak mění na energii elektrickou, která se transformuje a odvádí do míst spotřeby. [18]



Obr. 5 Turbína vodní elektrárny. Převzato z [18]

Výkon vodní elektrárny:

Dosažitelný odváděný výkon vodní elektrárny lze stanovit:

$$P_{el} = \eta \cdot \rho_w \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (5)$$

kde: η ... účinnost

ρ_w ... specifická hustota vody ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$)

g ... gravitační zrychlení ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

Q ... průtočné množství

H ... spád vody

Potom lze určit také výrobu elektřiny ve vodní elektrárně:

$$E = P \cdot T \quad (6)$$

kde: P ... výkon [kW]

T ... počet provozních hodin během roku [h]

E ... množství energie vyrobené během roku [kWh]

1.3.1 Výhody

K hlavním výhodám vodní energie patří to, že se jedná o „čistou“ formu energie bez škodlivých emisí a odpadů. Vodní elektrárny neznečišťují ovzduší a nedevastují krajinu.

Neznečišťují povrchové ani podzemní vody, což hrozí při hlubinné těžbě (např. uhlí). Jsou bezodpadové (nevzniká popílek). Další výhodou je možnost vodních děl zadržovat obrovské objemy vody, což může přispívat k ochraně před povodněmi. Pružným pokrýváním spotřeby a schopností akumulace energie zvyšují efektivnost elektrizační soustavy. Vysokým stupněm automatizace přispívají k vyrovnávání změn na tocích a vytvářejí nové možnosti pro revitalizaci prostředí (prokysličování vodního toku).

1.3.2 Nevýhody

Mezi největší nevýhody patří závislost na přírodních poměrech daného státu. Od toho se také odvíjí výkonnost vodní elektrárny a samotné náklady na její výstavbu. Nevýhodou je rovněž nerovnoměrnost dodávky – závislost na velikosti průtoku (na meteorologických podmínkách). U velkých elektráren je náročná finanční a časová předrealizační fáze. Závislost investic je na množství vyrobené energie. Poměrně složitá obsluha a údržba zařízení velkých elektráren a již značná obsazenost hydroenergetického potenciálu. Je také možné pokutování při porušení dodávky minimálního průtoku řečištěm – suché koryto.

1.3.3 Využití vodní energie

Energií z vody je možno získat využitím jejího proudění (energie pohybová, kinetická) a jejího tlaku (energie potenciální, tlaková), nebo také obou těchto energií současně. Podle způsobu využití potom rozlišujeme i používané typy vodních strojů.

- **Kinetická energie** je ve vodních tocích dána rychlostí proudění; rychlost je závislá na spádu toku. Dříve se využívala vodními koly, dnes turbínami typu **Bánki** a **Pelton**.
- **Energie potenciální** vzniká v důsledku gravitace, závisí na výškovém rozdílu hladin. Využívá se pomocí turbín typu **Kaplan**, **Francis**, **Reiffenstein** a rovněž různých typů turbín vrtulových a vhodných čerpadel v turbínovém provozu. [19]

1.3.4 Rozdělení vodních elektráren

Vodní elektrárny lze třídit dle různých kritérií:

- dle **systému soustředění vodní energie** – přehradní a jezové, derivační, přehradně-derivační, přečerpávací
- dle **velikosti měrné energie (spádu)** – nízkotlaké, středotlaké, vysokotlaké
- dle **charakteru provozu** – průtočné, akumulační
- dle **velikosti instalovaného výkonu** – velké (nad 200MW), střední (10 - 200MW), malé (do 10MW) [20]

1.4 Biomasa

Za biomasu lze považovat veškerou hmotu biologického původu (pěstování rostlin v půdě nebo vodě, chov živočichů) a organického složení včetně odpadů a exkrementů. Význam energetické biomasy v Evropě se stále zvyšuje. Biomasou se rozumí rostliny, živočichové, mikroorganismy a vedlejší produkty jejich činnosti. Nejdůležitější vlastností biomasy je její schopnost v relativně krátkém časovém období narůstat. Biomasa vzniká díky dopadající sluneční energii. Jde o **hmotu organického původu**. Pro energetické účely se využívá buď cíleně pěstovaných rostlin nebo odpadů ze zemědělské, potravinářské nebo lesní výroby, dále z komunálního hospodářství, z údržby krajiny a péče o ni. Nevýhodou je nízká účinnost přeměny slunečního záření na energii. Z hektaru pole získáme hmotu s energetickým obsahem 40 až 90 MWh, podle typu plodiny. To je méně než 1 % slunečního záření, které na tuto plochu za rok dopadne. Z biomasy se vyrábějí pevná, kapalná či plynná biopaliva. Při zpracování biomasy a konečném spalování získaného paliva vznikají další ztráty. [21]

Biomasu můžeme rozdělit podle obsahu vody:

Suchá - zejména dřevo a dřevní odpady, sláma a další suché zbytky z pěstování zemědělských plodin. Lze ji spalovat přímo, případně po dosušení.

Mokrá - zejména tekuté odpady, jako kejda a další odpady ze živočišné výroby a tekuté komunální odpady. Nelze ji spalovat přímo, využívá se zejména v bioplynových technologiích.

Speciální biomasa - olejiny, škrobové a cukernaté plodiny. Využívají se ve speciálních technologiích k získání energetických látek - zejména bionafty nebo lihu.

1.4.1 Výhody

Zásadní výhodou je, že biomasa slouží jako akumulátor energie a lze ji poměrně jednoduše a dlouhodobě skladovat. Biomasa má jako zdroj energie obnovitelný charakter. Zdroje biomasy nejsou nějak lokálně omezeny. Jedná se o tuzemský zdroj energie, snižuje se závislost na spotřebě dovážených zdrojů energie. Biomasa využívá odpadní látky, u kterých nemusíme řešit jejich následnou likvidaci. Je velmi výhodná a ekonomicky úsporná varianta pro vytápění rodinných domů. Řízená produkce biomasy přispívá k vytváření a udržování krajiny. Z ekologického hlediska velmi příznivé, nepřispívá ke zhoršování skleníkového efektu. [22]

1.4.2 Nevýhody

Zařízení spalující biomasu je nutno budovat v centru oblastí, kde se biomasa vyskytuje. Náklady na její svoz z větších vzdáleností jsou totiž značné. Lokality nejvhodnější z hlediska dostupnosti biomasy jsou často velmi vzdálené od potenciálních spotřebitelů tepla. Pěstování biomasy vyžaduje jisté úsilí - je potřeba pravidelně dřevo (biomasu) obstarat, připravit, složit do prostoru určeného ke skladování, a při vytápění ho dodávat do kotle a přikládat vždy, když je potřeba. Klade tedy velké nároky na obsluhu. Velmi náročná je také na prostory – nutnost skladování většího množství do zásoby. [22]

1.4.3 Využití biomasy

Z energetického hlediska lze energii z biomasy získávat téměř výhradně termo-chemickou přeměnou, tedy spalováním. Výhřevnost je dána množstvím tzv. hořlaviny (organická část bez vody a popelovin, směs hořlavých uhlovodíků - celulózy, hemicelulózy a ligninu). Biomasa je podle druhu spalována přímo, nebo jsou spalovány kapalné či plynné produkty jejího zpracování. Od toho se odvíjejí základní technologie zpracování a přípravy ke spalování, viz *Tab. 1* [21]

Tab. 1 Základní technologie zpracování biomasy [21]

Termo-chemická přeměna	pyrolýza (produkce plynu, oleje)
	zplyňování (produkce plynu)
Bio-chemická přeměna	fermentace, alkoholové kvašení (produkce etanolu)
	anaerobní vyhnívání, metanové kvašení (produkce bioplynu)
Mechanicko-chemická přeměna	lisování olejů (produkce kapalných paliv, oleje)
	esterifikace surových bio-olejů (výroba bionafty a přírodních maziv)
	štípání, drcení, lisování, peletace, mletí (výroba pevných paliv)

1.5 Geotermální energie

Geotermální energie je tepelnou energií jádra Země. Využívá se ve své základní formě pro vytápění nebo je v geotermálních elektrárnách transformována na energii elektrickou. Geotermální elektrárny fungují na principu suché páry (pára ze země pohání turbínu), mokré páry (voda je přeměněna na páru a ta pohání turbínu) a dále existuje horkovodní systém (zapojení výměníku – voda s nízkou teplotou předá teplo organické kapalině). Řada států využívá geotermální energii k různým účelům. [23]

Geotermální elektrárny se staví zejména ve vulkanicky aktivních oblastech, kde využívají k pohonu turbín horkou páru stoupající pod tlakem z gejzírů a horkých pramenů, nebo teplotné médium, které se vtačuje do vrtů, v hloubi země ohřívá a ohřáté vyvádí na povrch. Obecně lze ze zemských vrtů využívat nízkopotenciální i vysokopotenciální teplotu vodu. Na rozdíl od většiny jiných typů elektráren, jako je jaderná elektrárna nebo elektrárna spalující fosilní paliva, nepotřebují geotermální elektrárny žádné palivo. Výstavba geotermální elektrárny je zhruba pětikrát dražší než stavba jaderné elektrárny. [24]

Podíl těchto elektráren z celkové výroby elektřiny OZE vzhledem k podmínkám EU je minimální. Ačkoliv podíl geotermální energie na celkové výrobě z OZE klesá, v některých lokalitách je ale jeho význam značný. Významně je využívána geotermální výroba v Itálii v oblastech s aktivní sopečnou činností (Vesuv, Liparské ostrovy, Sicílie). V EU je dále využívána geotermální energie i ve Francii, avšak v mnohem menší míře. [25]

1.5.1 Výhody

Výhodou geotermální energie jsou velmi malé vlivy na životní prostředí (nezanechává po sobě téměř žádnou ekologickou stopu), nezávislost na dodávkách paliva (vydrží v provozu při plném výkonu desítky let), téměř bezobslužný provoz a ve srovnání s jinými obnovitelnými zdroji i její stálost výkonu. [26]

1.5.2 Nevýhody

Dostupnost geotermální energie je pouze na některých oblastech zemského povrchu. Dále hrozí nejistota v geologických podmínkách – zda se skutečně podaří vytvořit dostatečně velký tepelný výměník.

1.6 Ostatní OZE

1.6.1 Energie moří a oceánů

Vychází se z faktu, že hmota moří a oceánů je v nepřetržitém pohybu. Tento pohyb se vyskytuje nejen na hladině, ale i ve značných hloubkách pod hladinou. Pohyb vodních mas je způsoben větrem, slapovým působením Slunce a Měsíce a vtokem velkých řek do oceánů a moří. Celková energie mořských vln může dosahovat 300 – 350 miliard MJ. Existují tři způsoby získávání elektrické energie z moří a oceánů. První způsob je využití energie přílivu, druhý způsob využívá energie vlnění a třetí termický potenciál oceánů a moří. [27]

Přilivové elektrárny

Jedná se o přehradní hráze v délce i několika kilometrů, které se budují v ústí řek či v zálivech. Fungují tak, že v okamžiku začátku přílivu se uzavřou stavidla. Hladina oceánu se nechá vystoupat do nejvyšší možné výšky a poté se hladiny na obou stranách hráze vyrovnají. Voda se přitom žene přes turbíny. Jsou-li tyto elektrárny vybudovány v ústí řeky, funguje tento princip i obráceně. Tedy při odlivu se opět uzavřou hráze, nechá se vystoupat voda v ústí řeky. V okamžiku kdy odliv dosahuje maxima, se hladiny na obou stranách hráze opět vyrovnají. Předpokladem jsou turbíny schopné práce v obou směrech. [27]

1.6.2 Energie vodíku

Vodík představuje velmi důležitý zdroj energie. Vodík je nejjednodušší, nejhojnější a nejstarší chemický prvek ve Vesmíru. Energie z vodíku se nechá získávat dvěma efektivními způsoby. Jedná se o využívání palivových článků, nebo o termojadernou fúzi. Palivový článek je elektrochemické zařízení, které umožňuje přímou přeměnu energie vodíku na elektrickou

energii, teplo a vodu. Přeměna pomocí palivového článku je v podstatě založena na obráceném principu elektrolýzy vody. Efektivnější způsob přeměny je však pomocí termojaderné fúze. K této přeměně dochází téměř každou sekundou na hvězdách, tedy i na Slunci. Princip této přeměny je založen na jaderné reakci, při které se spojením dvou lehkých prvků vytvoří jádro těžší, přičemž dochází k uvolňování obrovského množství energie. [28]

1.6.3 Důlní plyn

Využití důlního plynu se vyskytuje v oblastech s hlubinou těžbou. Plyn je možné jímat. Ke spalování se nemusejí měnit technologie, které jsou určeny ke spalování zemního plynu. Za výhodu důlního plynu se také považuje snížení emisí metanu, poněvadž ten je daleko účinnějším skleníkovým plynem než oxid uhličitý.

2 Přírodní a technické podmínky v EU

2.1 Sluneční energie

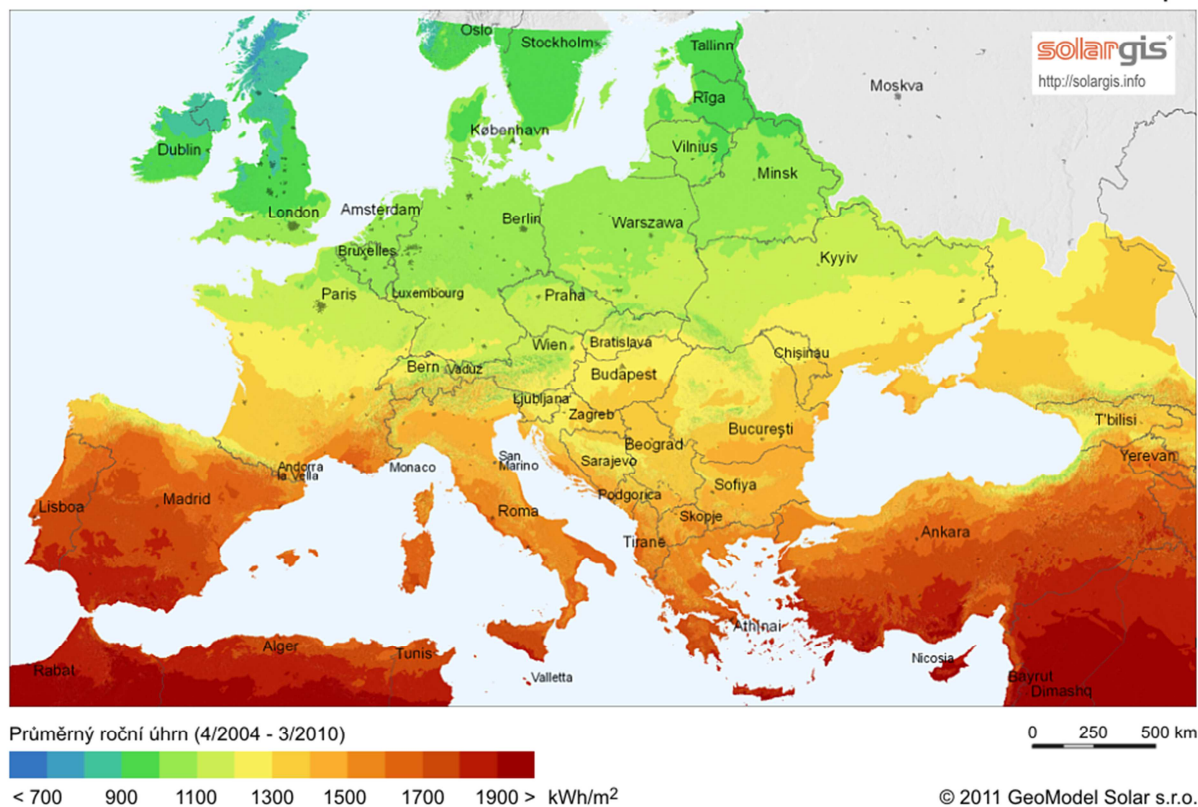
2.1.1 Přírodní podmínky

Přírodní podmínky pro využití sluneční energie jsou v různých lokalitách Evropské unie značně odlišné. **Intenzita slunečního záření** nám udává množství slunečního záření na jednotku vodorovné plochy za určité období. Sluneční záření, které dopadá na povrch Země, se skládá z přímého a z rozptýleného záření. **Přímé** sluneční záření je záření tvořící svazek prakticky rovnoběžných paprsků přímo od Slunce. Toto záření je možno měřit pouze za jasné oblohy. Se stoupající nadmořskou výškou se zkracuje dráha slunečního záření a roste tím intenzita tohoto přímého záření. **Rozptýlené** (difuzní) sluneční záření vzniká rozptylem přímých slunečních paprsků na molekulách vzduchu, vodních kapičkách, ledových krystalcích atd. Rozptýlené záření se jeví jako světlo oblohy. Velmi proměnlivé je rozptýlené záření při zatažené obloze. Dohromady tato dvě záření označujeme jako globální záření.

Klimatické podmínky v Evropské unii se značně liší dle regionů. Za nejpříznivějších podmínek bychom na zemském povrchu mohli získat výkon 1 kW/m^2 . Skutečná hodnota se odlišuje právě danou lokalitou, místními povětrnostními podmínkami, závisí na sezóně, fázi dne apod. Například průměrný počet hodin solárního svitu (bez oblačnosti) se v ČR pohybuje kolem 1460 h/rok. Pro sluneční elektrárny platí, že čím výše, tím lepší podmínky, poněvadž ve vyšších polohách je řidší vzduch a menší pravděpodobnost inverzí a mlhy. Podmínky se také zhoršují v oblastech se silně znečištěnou atmosférou.

Globální horizontální záření

Evropa



Obr. 6 Mapa intenzity slunečního záření v Evropě. Převzato z [29]

Na výše uvedené mapě je vidět, že v EU dosahuje nejvyšší hodnota slunečního záření cca 1900 kWh/m^2 . Tato hodnota však platí pouze pro jižní státy v Evropě. Nejvýhodnější oblastí, kde stavět sluneční elektrárny jsou právě státy na jihu Evropy, zejména jižní Španělsko, které má nejvíce slunečních dní za rok. Dále můžeme jmenovat Itálii a Řecko. Čím více na sever, tím se podmínky zhoršují. Přesto jsou zde podmínky ještě dobré, avšak vzhledem k rozptýlenému slunečnímu svitu se uplatní už jen fotovoltaické elektrárny, kdežto např. právě ve Španělsku lze provozovat i tepelné sluneční elektrárny, které vyžadují přímý sluneční svit. Detailnější porovnání intenzity slunečního záření mezi různými zeměmi EU lze nalézt např. na internetu (viz [29]).

2.1.2 Technické podmínky

Solární kolektory či fotovoltaické panely sami o sobě nedokáží plnit funkce, ke kterým jsou určeny, a proto je potřeba, aby byly napojeny na další technická zařízení. Tento komplex vytvoří tzv. **solární systém**, který je schopen zajistit ohřev teplé vody, vytápění nebo akumulaci a distribuci elektrické energie. Celková spotřeba všech dalších zařízení, které budou v daném systému instalovány, se následně projeví i v ekonomických úsporách stavby.

Důležitým faktorem při výběru solárního systému je kromě průměrných hodnot slunečního záření a účinnosti panelů také rozhodující výběr polohy a umístění systémů v příslušném místě prostředí. V EU zpravidla platí, že nejintenzivnější využití solárního záření po co nejdelší část dne zajistí správná orientace převážně směrem na jih. Důležité je také naklonění panelů. Rozhodující vliv bude mít i výběr použití konkrétního typu panelu, které se liší jejich účinnostmi (monokrystalické panely dosahují účinnosti 13-17%, polykrystalické panely 12-14%, panely s amorfními články 7-9%).

Podle použitých typů solárních kolektorů nebo panelů a požadované funkce celého systému rozlišujeme čtyři technická provedení solárních systémů:

1. **termické solární systémy pro ohřev vody**
2. **termické solární systémy pro vytápění**
3. **fotovoltaický solární systém připojený do distribuční sítě (on-grid)**
4. **fotovoltaický solární systém ostrovní (off-grid)**

1. Termický solární systém pro ohřev vody

Ve středomoří jsou teploty mnohem vyšší než ve střední Evropě, nehrozí tak riziko, že by se zařízení na ohřev vody poškodilo mrazem. Z tohoto důvodu lze na jihu Evropy používat mnohem jednodušší a cenově výhodnější technická zařízení sloužící k výrobě teplé užitkové vody (TUV). Ve větší míře se využívá těchto zařízení na Kypru. Pokud je tento systém správně dimenzován, může v jižních zemích pokrývat spotřebu teplé vody v celé domácnosti. Počítá se také s tím, že slunce přes den příliš nesvítí, a proto se instaluje ještě **doplňkový ohříváč** (např. plynový), kterým lze přitápnout a dosáhnout požadované teploty. Pro střední Evropu se projektují tyto systémy s předpokladem, že sluneční energie pokryje 50-60% roční spotřeby TUV. [86]

Ploché nebo vakuové kolektory sbírají dopadající sluneční záření, které se v absorbéru mění na tepelnou energii a zahřívá vodu. Tato voda je přenášena potrubím k zásobníku na teplou vodu (bojler), kde tuto vodu ohřívá. Zásobník je vždy umístěn výše než kolektor. Po odebrání tepelné energie se ochlazená voda vrací zpět do kolektoru. Účinnost kolektorů závisí převážně na rozdílu teplot absorbéru (resp. teploty kapaliny) a okolního vzduchu. Čím se požaduje vyšší teplota, tím bude účinnost horší. Pouze u vakuových kolektorů, kde je absorbér účinně izolován vakuem, se účinnost mění jen nepatrně a mohou celkem uspokojivě pracovat i v mrazivých dnech. Naopak je tomu u jednoduchých plochých kolektorů, kde účinnost výrazně klesá s rozdílem teplot (je téměř nemožné ohřívát v nich v zimě vodu na více než 80 °C).

Výpočet:

Chceme-li stanovit účinnost solárního tepelného systému pro ohřev teplé užitkové vody, musíme znát hodnoty intenzity dopadajícího příkonu slunečního záření a hodnoty výkonu (tepla) přeneseného do pracovního media. Budeme-li uvažovat plochu kolektorů 8 m^2 , průměrnou intenzitu dopadajícího příkonu $I = 500 \text{ W/m}^2$ a průměrný výkon přenesený do pracovního media $P = 900 \text{ W}$ (obě hodnoty byly měřeny během 30 min po intervalu 3 min), pak účinnost solárního tepelného systému pro ohřev TUV lze stanovit:

$$\eta = \frac{\sum P_i}{\sum (I_i) \cdot S} = \frac{10 \cdot 900}{10 \cdot 500 \cdot 8} = 0,225 = 22,5\% \quad (7)$$

2. Termický solární systém pro vytápění

Systém pro vytápění je velmi podobný systému pro ohřev teplé vody. V zásadě k tomu stačí doplnit větší zásobník případně kolektor připojit topný okruh. V našich podmínkách je důležité, abychom co nejvíce zamezili tepelným ztrátám. Solární systém pro vytápění budov se používá převážně jen u nízkoenergetických domů, kde roční spotřeba energie na vytápění zpravidla nepřekročí hodnotu 50 kWh/m^2). V takto izolovaném domě je potom vhodné vytápět podlahou, stěnami i stropem. V přechodných obdobích na jaře a na podzim je možné pokrýt potřebu tepla z velké části sluneční energií. V zimě však výkon kolektorů nepostačuje. Musel by se buď použít předimenzovaný kolektor, nebo obrovský zásobník, který by akumuloval teplo přes léto. Tím by se znatelně zvýšily náklady na termický systém, což je z ekonomických důvodů nereálné. Reálnějším způsobem je doplnit systém o náhradní zdroj tepla se stálým výkonem. [30]

3. Fotovoltaický solární systém připojený do distribuční sítě (on-grid)

Tento fotovoltaický systém se vyznačuje připojením k distribuční síti. Většinou je potřeba více solárních panelů, protože se provozují větší systémy. Instalace tohoto systému není důvodem nedostatku elektřiny, ale spíše ekologickým přínosem (při výrobě neuniká do ovzduší oxid uhličitý) a dále lze dosáhnout určitých úspor ale i zisku. Systémy připojené na síť jsou zpravidla budovány na rodinných domech nebo v průmyslových objektech. Na 25 m^2 lze nainstalovat moduly o výkonu 3,5 až 4 kW_p . V našich podmínkách (příp. Německo) vyrobí tyto panely, umístěné na střeše domu, přibližně 3000-4000 kWh. Protože fotovoltaické panely produkují stejnosměrné napětí, součástí systému musí vždy být **měníč napětí** (střídač), který přemění stejnosměrný proud z fotovoltaického článku na střídavý, aby do distribuční sítě proudilo střídavé napětí. Na měnič se kladou poměrně vysoké nároky. Musí mít vysokou účinnost, aby se ztrácelo co nejmenší množství energie při transformaci. Moderní měniče

dosahují účinnosti téměř 95%. Invertor – měnič však netransformuje jen napětí, ale zajišťuje, aby fotovoltaický modul pracoval při optimálním napětí a odváděl maximální výkon. Životnost střídače je obvykle menší než celý systém a musí se předpokládat s jeho reinstalací. U větších solárních systémů je možné sledování nasměrování modulů směrem ke slunci, což zajistí větší výtěžnost až o 30%. Ovšem taková realizace zvyšuje investiční náklady, zvětšuje i nároky na údržbu a případné opravy mechanických částí.

Výpočet:

Chceme-li stanovit účinnost fotovoltaického systému, musíme znát intenzitu dopadajícího solárního záření a získat naměřené hodnoty napětí a proudu z daného fotovoltaického systému. Např. uvažujeme-li fotovoltaický systém o ploše $S = 1,44 \text{ m}^2$, dopadající intenzitu slunečního záření $I = 500 \text{ W/m}^2$, průměrná naměřená hodnota napětí $U_{\phi} = 7,0 \text{ V}$ a průměrná naměřená hodnota proudu $I_{\phi} = 3,5 \text{ A}$, pak účinnost fotovoltaického systému lze stanovit:

$$P_p = U_{\phi} \cdot I_{\phi} = 7,0 \cdot 3,5 = 24,5 \text{ W} \quad (8)$$

$$P_{p\phi} = I \cdot S = 500 \cdot 1,44 = 720 \text{ W} \quad (9)$$

$$\eta = \frac{P_p}{P_{p\phi}} = \frac{24,5}{720} = 0,034 = 3,4\% \quad (10)$$

4. Ostrovní solární systém (off-grid)

Ostrovní solární systémy se využívají v odlehlých oblastech, kde jsou náklady na vybudování a provoz elektrické přípojky vysoké nebo je zavedení distribuční sítě nemožné nebo finančně náročné. S takovými situacemi se setkáváme převážně na odlehlých chalupách, horských chatách, karavanech, lodích, zahradních domkách apod. V těchto případech se nároky na celkové provedení stavby a solárního systému ještě zvyšují. Zvýšenou pozornost je třeba věnovat izolaci objektu, aby byl solární systém vůbec schopný daný objekt vytopit a zásobovat elektřinou. Kvůli nedostupnosti dalších zdrojů energie musí být systém vybaven akumulátory s dostatečnou kapacitou, které zajistí bezproblémový chod objektu v době, kdy není k dispozici sluneční záření.

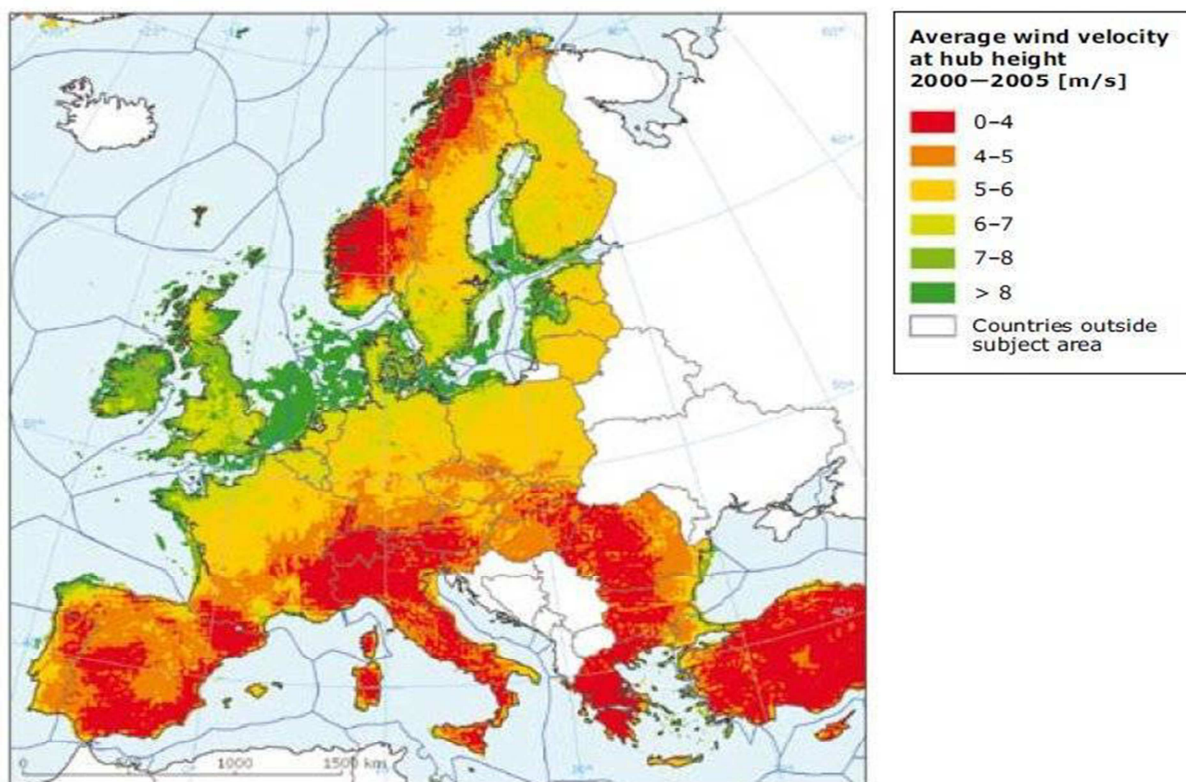
Při budování ostrovního systému na výrobu elektrické energie je vhodné volit odpovídající spotřebiče, které fungují na stejnosměrný proud. V dnešní době je možné na stejnosměrný proud provozovat televize, rádia, ledničky i vodní čerpadla. Stejnosměrný proud je možné pomocí napěťového měniče přetransformovat na proud střídavý, ovšem měnič znamená obvykle nemalou investici. Důležitá je také spotřeba energie, čím je menší, tím menší požadavky na akumulátory a výkon solárních panelů a tím bude celá instalace levnější. Celková cena nákladů závisí hlavně na kvalitě a kapacitě akumulátorů.

2.2 Větrná energie

2.2.1 Přírodní podmínky

Rychlost větru je nejdůležitějším údajem při využívání energie větru, udává se většinou v m/s. Poblíž zemského povrchu je proudění vzduchu ovlivňováno členitostí terénu - vítr je zpomalován terénními překážkami (stavby, kopce), ale také druhem povrchu (tráva, les, vodní hladina, sníh apod.). S rostoucí výškou se rychlost větru logaritmicky zvyšuje. Je tedy velký rozdíl mezi rychlostí větru ve výšce 10 m a 100 m nad terénem. Proudění vzduchu je vždy turbulentní, což se projevuje kolísáním rychlosti a směru větru. Výsledky měření směru a rychlosti větru jsou proto průměrované za určitý časový interval, tzv. vzorkovací dobu. Měření rychlosti větru se provádí **anemometry** (mechanické či elektronické). Pro měření rychlosti větru existují i mezinárodní standardy. Pro rychlost a směr větru je to výška 10 m nad zemským povrchem.

Pro velmi hrubou představu o rychlosti větru lze použít běžně dostupná měření meteorologických stanic. Výsledky měření jsou odborně kontrolovány a archivovány. Jsou-li nepřímě získané údaje o rychlosti větru příznivé, je nutné provést měření rychlosti větru přímo v dané lokalitě. Měření by mělo trvat alespoň rok, měřicí přístroj by měl být v ideálním případě umístěn ve výšce osy budoucího rotoru elektrárny (vrtule). [15]



Source: EEA, 2008.

Obr. 7 Mapa průměrné rychlosti větru v Evropě [31]

Největší zdroj větrné energie se nachází nad otevřeným mořem, kde nejsou žádné překážky, které by větru zabraňovaly. K získání takové energie větru jako je nad mořem, musíme nad pevninou vystoupit do podstatně větších výšek. V horských oblastech budou tedy podmínky příznivější než v nížinách, kde vítr ztrácí kvůli nerovnému prostředí svou rychlost. Obecně také platí, že čím dále se nacházíme od moře, tím se podmínky pro využití větru zhoršují. Nejlepší je proto umístění, kde vzduch proudí na pevninu přímo z otevřeného moře. Potenciál větrné energie je v různých částech Evropské unie odlišný, viz *Obr. 7*. Z uvedené mapy lze zaznamenat, že největší potenciál větrné energie se v EU nachází ve Velké Británii, Irsku a Dánsku. Ve Velké Británii je potenciál dokonce tak obrovský, že by pokryl spotřebu nejen dané země, ale velké množství energie by se mohlo i vyvážet do EU. V Německu může energie větru pokrýt přibližně třetinu výroby elektřiny. Zejména ve vnitrozemských státech s typicky kontinentálním klimatem se projevuje významné sezónní kolísání rychlosti větru. Příčinou je zejména globální vzdušné proudění typické pro severní a střední Evropu.

Výpočet:

Provedeme-li např. měření průměrné rychlosti anemometrem ve výšce $h_0 = 2 \text{ m}$ nad terénem, musíme provést přepočítání na výšku osy dané větrné elektrárny. Velký význam bude mít drsnost a povrch příslušné oblasti. Řekněme, že průměrná naměřená rychlost větru je $v_0 = 5 \text{ m/s}$ a dále budeme uvažovat výšku větrné elektrárny $h = 30 \text{ m}$ a koeficient drsnosti povrchu pro nízký travnatý porost (louka) $n = 0,16$. Potom můžeme provést přepočítání průměrné rychlosti ve výšce 2 m na výšku větrné elektrárny:

$$\frac{v}{v_0} = \left(\frac{h}{h_0} \right)^n \Rightarrow \frac{v}{5} = \left(\frac{30}{2} \right)^{0,16} \Rightarrow v_{30} = \underline{\underline{7,71 \text{ m/s}}} \quad (11)$$

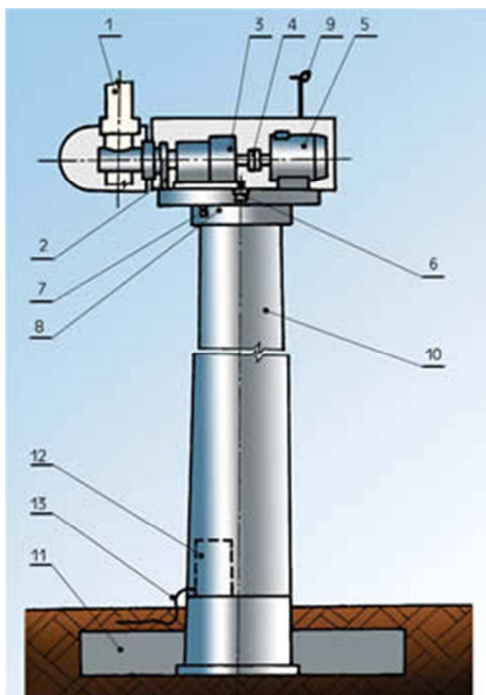
Dále pak můžeme z této průměrné rychlosti vzduchu $v_{30} = 7,71 \text{ m/s}$ vypočítat teoretický výkon vzdušného proudu ve výšce osy dané větrné elektrárny, uvažujeme-li např. plochu rotoru $A = 260 \text{ m}^2$ a hustotu vzduchu $\rho = 1,15 \text{ kg/m}^3$:

$$P = \frac{1}{2} \cdot A \cdot \rho \cdot v_{30}^3 = 0,5 \cdot 260 \cdot 1,15 \cdot (7,71)^3 = \underline{\underline{68,52 \text{ kW}}} \quad (12)$$

2.2.2 Technické podmínky

Podle aerodynamického principu dělíme větrné motory na **vztlakové** a **odporové**. Nejrozšířenější jsou elektrárny s **vodorovnou osou otáčení**, pracující na vztlakovém principu, kde vítr obtéká lopatky s profilem podobným letecké vrtuli. Na podobném principu pracovaly i již historické větrné mlýny, nebo takto pracují větrná kola vodních čerpadel (tzv. americký motor). Po různých experimentech s jedno-, dvou- i čtyřlístými rotory se dospělo k výsledku, že nejlepšími výsledky dosahují velké moderní elektrárny s použitím rotorů třílístých.

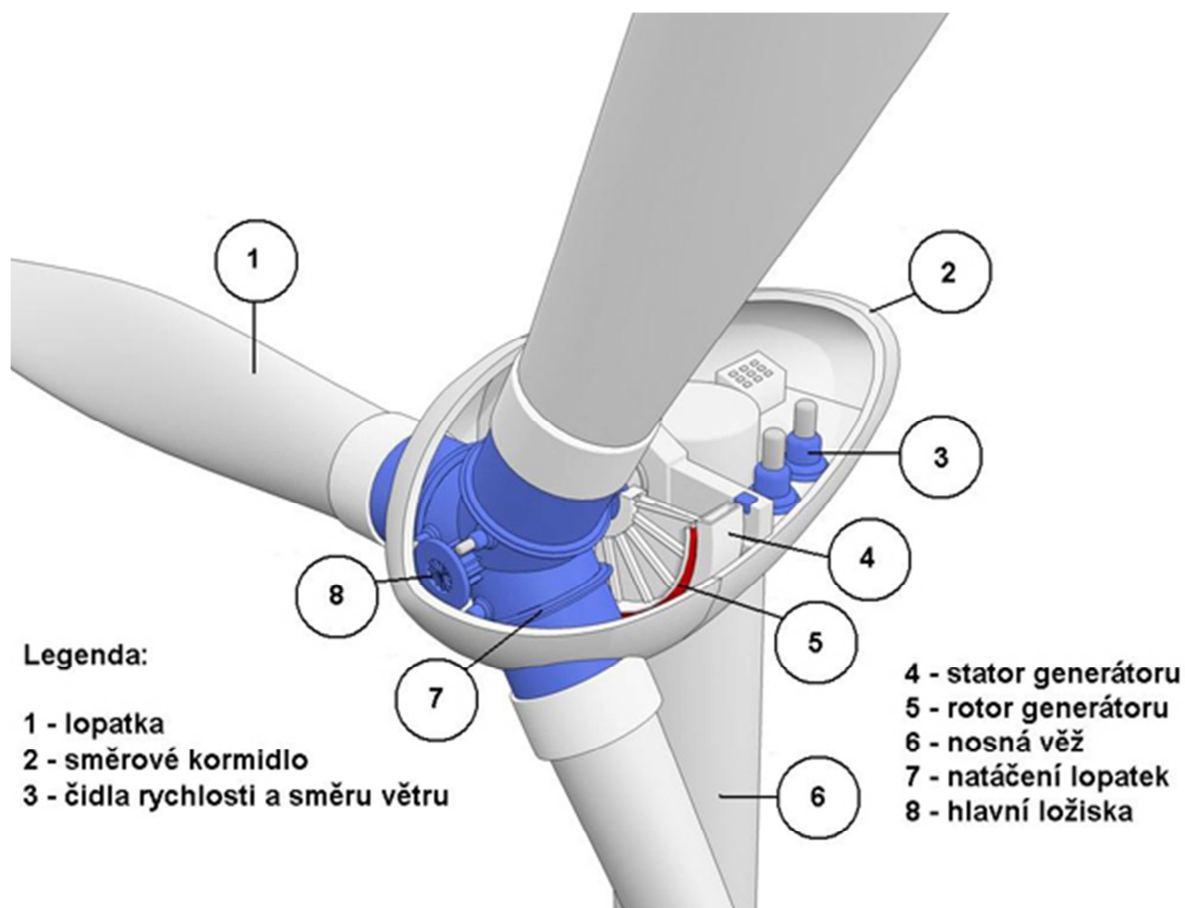
Existují také elektrárny se **svislou osou otáčení**, které pracují na **odporovém principu** (typ Savonius) nebo na **vztlakovém principu** (typ Darrieus). Výhodou vztlakových elektráren se svislou osou je, že mohou dosahovat vyšší rychlosti otáčení, a tím i vyšší účinnosti. Pracují tedy i při nižší rychlosti větru a není třeba je natáčet podle směru větru. Elektrárny se svislou osou otáčení se donedávna v praxi příliš nepoužívaly. Důvodem bylo jejich mnohem vyšší dynamické namáhání, a tedy i nižší životnost. Tento problém se však podařilo do určité míry konstrukčně vyřešit. Pro výše uvedené výhody a také menší hlučnost se začínají v Velké Británii a USA využívat přímo ve městských zástavbách. Stále jde však o menší zařízení s nižšími výkony.



Základní části zařízení:

- 1 - rotor s rotorovou hlavicí,
- 2 - brzda rotoru,
- 3 - planetová převodovka,
- 4 - spojka,
- 5 - generátor,
- 6 - servo-pohon natáčení strojovny,
- 7 - brzda točny strojovny,
- 8 - ložisko točny strojovny,
- 9 - čidla rychlosti a směru větru,
- 10 - několikadílná věž elektrárny,
- 11 - betonový armovaný základ elektrárny,
- 12 - elektrorozvaděče silnoproudého a řídicího obvodu,
- 13 - elektrická přípojka.

Obr. 8 Schéma větrné elektrárny. Převzato z [15]



Obr. 9 Vrtule větrné elektrárny. Převzato z [16]

2.3 Vodní energie

2.3.1 Přírodní podmínky

Nejvýhodnější využití vodních elektráren je v oblastech vysokých spádů a tam, kde je potřebný dostatek vody. Nezbytnou a velmi nákladnou součástí každé elektrárny je jez, případně přiváděcí nebo odtokový kanál. Pokud tato možnost není, je nutné tyto části vybudovat zcela nové a vybudování elektrárny následně znatelně prodraží. Pokud je tedy možné pouze rekonstruovat starší vodní dílo, investice se vyplatí mnohem více, neboť náklady na výstavbu významně klesnou. [18]

Rozhodujícími ukazateli k ohodnocení konkrétní lokality jsou dva základní parametry - **využitelný spád** a **průtočné množství vody** v daném profilu, který chceme využít.

Dále jsou důležité i následující parametry:

- možnost umístění vhodné technologie,
- vhodné přírodní podmínky a dostupnost lokality pro těžké mechanismy, případně vhodnost pro vybudování potřebné zpevněné komunikace,

- vzdálenost od přípojky VN nebo VVN s dostatečnou kapacitou,
- minimalizace možného rušení obyvatel hlukem, jinak je nutno provést odhlučnění,
- míra zásahu do okolní přírody a vhodné začlenění do reliéfu lokality, zátěž při výstavbě elektrárny a budování přípojky, ohrožení vodních živočichů,
- dodržování odběru sjednaného množství vody - využitím spolehlivého automatického řízení s hladinovou regulací se vyloučí nevhodný vliv obsluhy MVE,
- způsob odstraňování naplavenin vytažených z vody - je nutno zajistit odvoz a likvidaci,
- majetkoprávní vztahy k pozemku - vlastnictví či dlouhodobý pronájem pozemku, postoj místních úřadů.

Při respektování všech uvedených aspektů malá vodní elektrárna nenarušuje svým provozem životní prostředí v příslušné lokalitě. Přispívá naopak k revitalizaci místního říčního systému a kladně ovlivňuje režim vodního toku (čistí a provzdušňuje tok). Případné nedodržování odběru, které se projevuje tím, že přes jez neprotéká dostatečné (tzv. sanační) množství vody, by mělo být přísně postihováno.

Stavba přílivových elektráren je možná pouze v některých vhodných oblastech, kde je vysoký rozdíl mezi přílivem a odlivem. V současnosti se u jejich stavby poukazuje i na značné ekologické dopady na okolí, jelikož zabraňují přirozenému vodnímu proudění a transportu horninových částí.

Nutno konstatovat, že ve většině států EU je potenciál vodních zdrojů téměř vyčerpán již postavenými elektrárnami.

2.3.2 Technické podmínky

Přehradní hráze se vyznačují obvykle větší výškou vzdutí, větším objemem zadržené vody a plochou zaplavovaného území. Jejich nová výstavba pouze za účelem provozování malých vodních elektráren je z ekologických a ekonomických hledisek většinou neúnosná, nicméně využití stávajících hrází může být ekonomicky velmi výhodné. Například u základových výpustí nádrží je nutno mařit energii protékající vody. Přitom tuto funkci může částečně přebrat vodní turbína. Další možností je instalace vodní turbíny na přivaděčích pitné vody.

Strojovna je místo, kde jsou veškerá strojní a elektrotechnická zařízení potřebná k chodu elektrárny. Vodní elektrárny vyžadují minimální obsluhu a údržbu a mohou být řízeny na dálku. Výhodou je také rychlé naběhnutí na požadovaný výkon, tudíž se mohou využívat ve špičkách denní spotřeby.

Zásadní technickou podmínkou je vhodná volba správné turbíny:

Kaplanova turbína je klasická přetlaková turbína. V základním provedení je výborně regulovatelná, ale výrobně náročná. Je použitelná pro spády od 1 do 20 m, průtoky 0,15 až několik m³/s, někdy až několik desítek m³/s. Vhodná je zejména pro jezové a říční elektrárny.

Francisova turbína je v minulosti nejpoužívanější přetlaková turbína pro téměř celou oblast průtoků a spádů. Na rekonstruovaných MVE je možné ji vidět již od spádu 0,8 m. Její oprava se vyplácí zejména od spádu 3 m. Instalace nových turbín v MVE se dnes omezuje na spády od 10 m a pro větší průtoky (vyšší výkony).

Bánkiho turbína je rovnotlaká turbína s dvojnásobným průtokem oběžného kola. Výrobně je nenáročná. Turbíny jsou podle velikosti použitelné pro spády 5 až 60 m a průtoky 0,01 až 0,9 m³/s.

Peltonova turbína je rovnotlaká turbína vhodná pro spády nad 30 m. Využitelné průtoky jsou od 0,01 m³/s (10 l/s). Levnější náhradou mohou být v některých případech sériově vyráběná odstředivá čerpadla v reverzním chodu použitá za cenu nižší účinnosti.

Turbína SETUR pracuje na principu rotoru, který se odvaluje po vnitřním povrchu statoru. Lze ji využít pro spády od 3,5 do 20 m a průtoky od 0,004 m³/s (4 l/s) do 0,02 m³/s. [19]

2.4 Biomasa

2.4.1 Přírodní podmínky

Stupeň rozvoje využívání energie z biomasy je nerovnoměrný podle jednotlivých států. Je přímo závislý na přírodních podmínkách, ale také i na přístupu vlády k energetické politice státu. Např. v našich přírodních podmínkách lze využívat biomasu těchto kategorií:

1. Biomasa odpadní:

- **rostlinné odpady** ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny - řepková a kukuřičná sláma, obilná sláma, seno, zbytky po likvidaci křovin a náletových dřevin, odpady ze sadů a vinic, odpady z údržby zeleně a travnatých ploch,
- **lesní odpady** (dendromasa) - po těžbě dříví zůstává v lese určitá část stromové hmoty nevyužita (pařezy, kořeny, kůra, vršky stromů, větve, šišky)
- **organické odpady z průmyslových výrob** - spalitelné odpady z dřevařských provozoven (odřezky, piliny, hobliny, kůra), odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce (cukrovary), odpady z jatek, mlékáren, lihovarů, konzerváren,

- **odpady ze živočišné výroby** - hnůj, kejda, zbytky krmiv, odpady z přidružených zpracovatelských kapacit,
- **komunální organické odpady** - kaly, organický tuhý komunální odpad (TKO). [21]

2. Biomasa záměrně produkovaná k energetickým účelům, energetické plodiny:

- Lignocelulózy:
 - Dřeviny (vrby, topoly, olše, akáty),
 - Obiloviny (celé rostliny),
 - Travní porosty (sloní tráva, chrastice, trvalé travní porosty),
 - Ostatní rostliny (konopí seté, čirok, křídlatka, šťovík krmný, sléz topolovka),
- Olejnaté rostliny (řepka olejná, slunečnice, len, dýně na semeno),
- Škrobno-cukernaté rostliny (brambory, cukrová řepa, obilí - zrno, topinambur, cukrová třtina, kukuřice). [21]

Značný vliv na výhřevnost biomasy má **vlhkost**. Výhřevnost dřeva je srovnatelná s hnědým uhlím. U rostlinných paliv však kolísá podle druhu a vlhkosti, na kterou jsou tato paliva citlivá. Čerstvě vytěžené dřevo má relativní vlhkost až 60 %, na vzduchu dobře proschlé dřevo má relativní vlhkost cca 20 %. Dřevěné brikety mohou mít relativní vlhkost od 3 do 10 %, podle kvality lisování. [21]

2.4.2 Technické podmínky

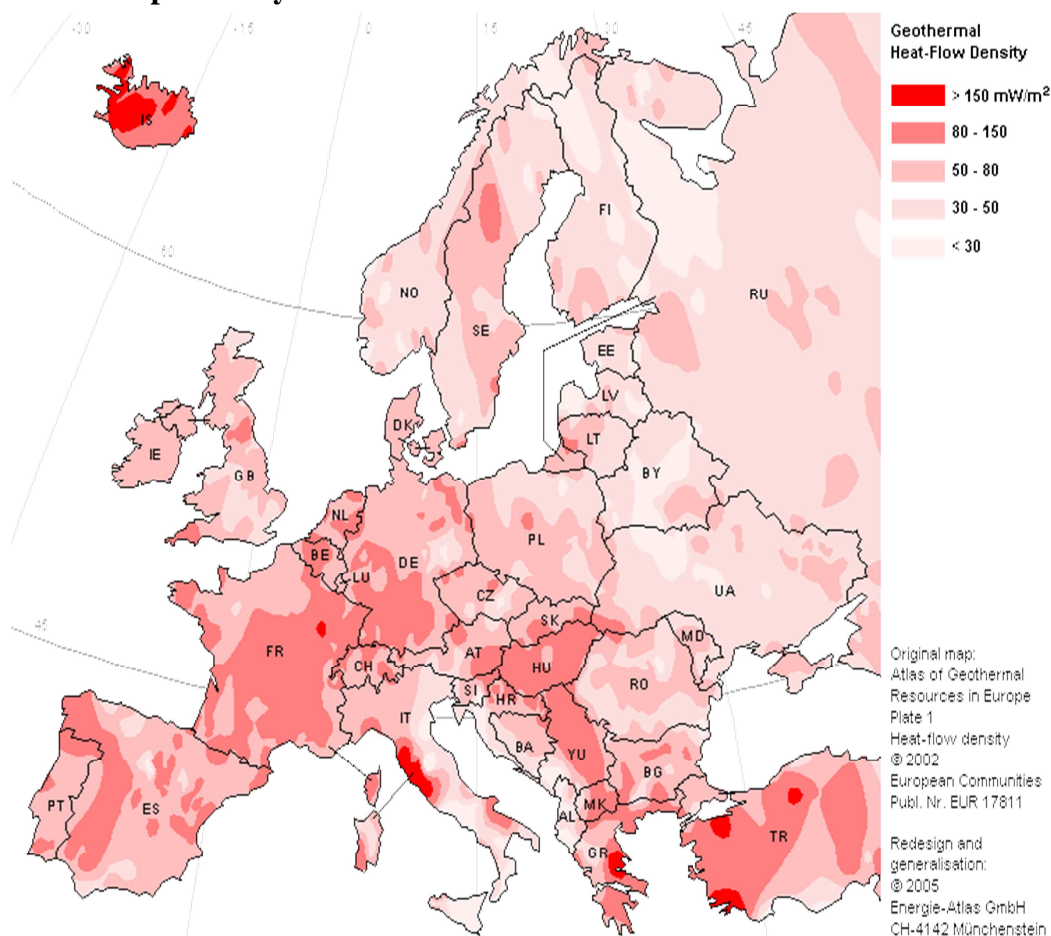
Vhodný druh energetické plodiny je určován mnoha faktory: druhem půd, způsobem využití a účelem, možností sklizně a dopravy, druhovou skladbou v okolí atp. Předem se musí porovnat náklady na pěstování a na výrobu (spotřebu energie) a výnosy (zisk) energie.

Z bylin jsou zajímavé rostliny produkující cukr, škrob nebo olej. Například brambory, cukrová řepa, slunečnice a zejména řepka (řepkový olej se zpracovává na naftu a mazadla, řepková sláma se využije ke spálení). **Řepková sláma** má výhřevnost 15-17,5 GJ/t, obilná sláma o něco nižší - 14,0-14,4 GJ/t.

Z víceletých rostlin je známá **křídlatka sachalinská**, která dosahuje vysokých výnosů 30-40 t sušiny z ha. Velmi diskutovanou energetickou rostlinou je **sloní tráva**. Výhodné je pěstování **konopí setého**, neboť nevyžaduje žádné ošetření v průběhu vegetace. V Evropě dosahuje výšky až 4 m a výnosu 6-15 t suché hmoty z hektaru. Konopí je jednoletá rostlina, ale na stanovišti vydrží mnoho let (pokud se vysemeň).

2.5 Geotermální energie

2.5.1 Přírodní podmínky



Obr. 10 Potenciál využití geotermální energie v Evropě [32]

Dle výše uvedené mapy lze vidět, že největší potenciál využití geotermální energie se nachází na Islandu a ve Švýcarsku, tedy ve státech mimo EU. V Evropské unii jsou neoptimálnější podmínky pro využívání geotermální energie v Itálii.

2.5.2 Technické podmínky

Vysokopotenciální geotermální energie, získaná z podzemního puklinového výměníku a ve formě ohřátého média vyvedená na povrch, se dále ve formě tepla využívá v povrchových zařízeních. Tato zařízení se podle způsobu využití této tepelné energie dělí do tří skupin. Jsou to **geotermální elektrárny, geotermální výtopny a geotermální teplárny.**

Geotermální elektrárny jsou zařízení, kde se teplo z primárního okruhu předává přes výměník do sekundárního uzavřeného okruhu s tzv. Kalinovým cyklem, popřípadě Organickým Rankinovým cyklem (ORC), který pohání turbínu nebo soustavu turbín pro výrobu elektrické energie.

Geotermální vytápny využívají geotermální energii ve formě tepla k vytápění a ohřevu TUV. Geotermální teplárny v sobě spojují obě výše uvedené varianty, kdy se zbytkové teplo z výroby elektrické energie dále využívá k vytápění a ohřevu TUV. Jedná se o optimální využití geotermální energie.

3 Legislativní podmínky EU

3.1 Energetická politika a legislativa EU

Energetická politika Evropské unie se dá všeobecně rozdělit na několik hlavních oblastí, mezi které patří samo sebou i obnovitelné zdroje energie. Smlouva o Evropském společenství neposkytuje žádný společný právní rámec pro společné komunitární aktivity v energetickém sektoru a zůstává tak převážně v kompetenci členských států. Společná energetická politika je tvořena v zásadách několika jiných politik a to v politice vnějších vztahů, vnitřního trhu a životního prostředí. V současnosti má další integrace zajistit spotřebitelům bezpečné dodávky za přijatelnou cenu, větší konkurenceschopnost a nižší emise. V rámci evropské energetické politiky existují právní dokumenty, mezi které patří směrnice a nařízení. Vedle nich zároveň existují ještě bílé knihy a zelené knihy. Bílé knihy obsahují návrhy na činnost Evropského společenství v určité oblasti. Zelené knihy vydává Evropská komise za účelem zahájení veřejné diskuze o daném tématu na evropské úrovni. Hlavní orgány a instituce EU zabývající se energetikou jsou:

- **Evropská komise** – Energetika (generální ředitelství pro energetiku);
- **Evropský parlament** – Výbor pro průmysl, výzkum a energetiku;
- **Rada Evropské unie** – Doprava, telekomunikace, energetika.

Politika Evropské komise pro podporu OZE se zaměřuje na tyto oblasti: [28]

- Vnitřní energetický trh (tzv. systém kreditů pro OZE, státní podpora, standardizace apod.),
- Specifická finanční podpora (program *ALTENER*),
- Růst podílu OZE ve výzkumných a vývojových programech (*JOULE* a *THERMIE*),
- Regionální politika podporující OZE, obzvláště v periferních a zemědělských oblastech,
- Zemědělská politika podporující produkci a rozvoj OZE,
- Výzkum potenciálu OZE pro ekonomický rozvoj středoevropských a východoevropských zemí, středomoří a rozvojových zemí.

3.1.1 Právní základ a cíle

Legislativa v oblasti obnovitelných zdrojů energie má zajistit jejich intenzivnější využívání. Základním dokumentem pro využívání obnovitelných energetických zdrojů v rámci EU je Bílá kniha EU „*Energie pro budoucnost – obnovitelné zdroje energie*”.

Legislativní základ vytvořila Směrnice 2001/77/ES (o podpoře elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů energie) Evropského parlamentu a Rady ze dne 27.10.2001. Kromě této směrnice a dalších níže uvedených směrnic, vydala Evropská unie i několik dalších dokumentů, které však nejsou právně závazné. Jedná se například o „Cestovní mapu” pro obnovitelné zdroje, ve které komise představila dlouhodobou strategii pro využívání OZE v EU. V tomto dokumentu navrhla Komise například i cíl 20% podílu OZE na energetickém mixu do roku 2020 a také 10% podílu pro biopaliva v dopravním sektoru. [33]

3.1.2 Počáteční kroky

Bílá kniha byla přijata v listopadu 1997 a u původních 15 členských států EU byl do roku 2010 stanoven cíl vyrábět 12% hrubé domácí spotřeby energie a 22,1% spotřeby elektřiny z OZE. Aby bylo možno dosáhnout požadovaného cíle, byly ve směrnici 2001/77/ES vytvořeny vnitrostátní předpokládané cíle pro podíl spotřeby elektřiny vyrobené z OZE. Roku 2004 došlo k rozšíření Evropské unie a vnitrostátní orientační cíle, které byly ve smlouvách o přistoupení každého nového členského státu, se spojily a vytvořily společný celkový cíl 21% pro 25 členských států EU (EU-25). V roce 2006 dosáhl podíl OZE na hrubé domácí spotřebě v EU hodnoty 7,1% a podíl hrubé spotřeby elektřiny z OZE 14,7%, což vzhledem ke stanoveným cílům nebylo příznivé. To vedlo k vytvoření komplexnějšího právního rámce. [34]

3.1.3 Akční plány pro OZE

K posílení podpory a využívání OZE vydala Evropská komise v lednu 2007 „*Pracovní plán pro obnovitelné zdroje energie – Obnovitelné zdroje energie v 21. Století: cesta k udržitelnější budoucnosti*”. Tento plán slouží ke zvýšení bezpečnosti dodávek energie a snížení emisí skleníkových plynů. Navrhuje strategii pro OZE do roku 2020, přičemž stanovuje 20% cíl podílu obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie a minimální 10% podíl biopaliv (na celkové spotřebě benzínu a motorové nafty v dopravě) a zároveň obsahuje návrh nového právního rámce. Na jaře téhož roku se Evropská rada na této strategii dohodla.

Jedním z klíčových způsobů, jak omezovat rostoucí závislost EU na konvenčních palivech a zajistit tak bezpečnost dodávek energie a energetickou udržitelnost je využívání biomasy, která v EU už pokrývá $\frac{2}{3}$ spotřeby energie z OZE. „*Akční plán pro biomasu*” přijala Komise v roce 2005, aby určila opatření směřující k navýšení výroby energie z biomasy ze dřeva, odpadu a zemědělských plodin prostřednictvím tržních pobídek a odstraňování překážek tržního rozvoje. [34]

3.1.4 Směrnice o OZE

Směrnice č. 2001/77/ES ze dne 27.10.2001 o podpoře elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie

Účelem této směrnice je podporovat zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie na hrubé výrobě elektrické energie na tuzemském trhu s elektrickou energií a vytvořit tak základ pro budoucí rámec Společenstva. Tento dokument konkrétně nedefinuje, jakým způsobem mají jednotlivé členské státy požadovaného cíle dosáhnout. Stanovuje však, že členské státy mají poskytnout zařízením vyrábějícím elektřinu z OZE lepší přístup do distribuční soustavy, zefektivnit a usnadnit povolovací řízení a zavést systém záruk původu. Směrnice tvoří i nezbytnou součást balíčku opatření, které je nutno provést, pokud chce Evropská unie dosáhnout svých závazků v oblasti snížení emisí skleníkových plynů v rámci Kjótského protokolu. [33]

Směrnice č. 2003/30/ES ze dne 8.5.2003 o podpoře užívání biopaliv nebo jiných obnovitelných pohonných hmot v dopravě

Tato směrnice je zaměřená na podporu využívání biopaliv nebo jiných obnovitelných pohonných hmot jako náhrady nafty nebo benzínu pro dopravní účely v každém členském státě. Záměrem je přispět k tomu, aby bylo dosaženo cílů jako je splnění závazků týkající se změny klimatu, ekologicky příznivá bezpečnost zásobování palivy a podpora obnovitelných zdrojů energie. [33]

Směrnice č. 2009/28/ES ze dne 23.4.2009 o podpoře využívání energie z OZE (a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES)

Tato směrnice stanoví společný rámec pro podporu energie z obnovitelných zdrojů energie. Stanovují se v ní závazné národní cíle pro celkový podíl energie z OZE na hrubé konečné energetické spotřebě (do roku 2020 minimální 20% podíl v EU) a pro povinné dosažení všech členských států 10% podílu energie z OZE v dopravě. Dále se v ní stanoví pravidla týkající se statistických přenosů mezi členskými státy, režimy podpory, záruky původu, společných

projektů a opatření v podobě spolupráce mezi členskými státy a třetími zeměmi, potvrzení o původu, administrativních postupů, informování a odborné přípravy a přístupu k elektrizační soustavě pro energii z obnovitelných zdrojů energie. Tato směrnice upravuje podporu výroby tepla z OZE a stanoví kritéria udržitelnosti pro biopaliva a biokapaliny. Obsahuje také výpočet energetického obsahu pro potřeby stanovení daně z emisí. [33] [35]

V roce 2010 členské státy přijaly v souladu s touto směrnicí akční plány pro OZE. Dle sdělení komise „Obnovitelná energie: na cestě ke splnění cíle pro rok 2020” se očekávalo splnění svých cílů pro rok 2010 v oblasti elektřiny jen u sedmi států EU – Dánsko, Německo, Maďarsko, Irsko, Litva, Polsko a Portugalsko. Již z hodnocení národních akčních plánů však bylo zřejmé, že se obnovitelná energie bude do roku 2020 rozrůstat intenzivněji. Tento nový přístup podpory rozvoje OZE se zdá být úspěšný a výrazně přispívá k evropskému zájmu k ochraně klimatu. Komise také upozorňuje, že vzhledem k rozvoji a vývoji nových pokročilejších technologií pro získávání energie z OZE jsou taktéž nezbytně žádoucí finance ze soukromého sektoru. V současnosti průměr ročních kapitálových investičních nákladů do energie z OZE činí přibližně 35 miliard EUR. Ovšem chceme-li dodržet stanovené cíle v oblasti klimatu, měla by se dle propočtů Komise tato částka zdvojnásobit. [34]

3.1.5 Budoucí kroky

Obnovitelné zdroje energie jsou a budou součástí dlouhodobého hlediska EU, což potvrzuje i sdělení „Energetický plán roku 2050” vydaný Komisí v prosinci 2011. Komise si je vědoma, že elektřina vyrobená z OZE představuje v oblastech distribuce, propojení a dálkového přenosu další úlohy, kterými je zapotřebí se zabývat. Chceme-li přenášet výrobu elektřiny při proměnlivém výkonu z distribučních zdrojů a reagovat na poptávku, je odhadováno, že se bude muset do roku 2020 navýšit kapacita vzájemného propojení zhruba o 40%.

V červnu 2012 Evropská komise zveřejnila sdělení nesoucí název „Obnovitelná energie: významný činitel na evropském trhu s energií”. V tomto sdělení se věnovala převážně své budoucí politiky v rámci OZE po roce 2020. Předpokládá se s posílením role OZE, volá po koordinovanějším přístupu, reformě mechanismů na podporu OZE a vzájemnou spolupráci mezi členskými státy formou obchodování s OZE. [36]

S obnovitelnými zdroji energie se nadále počítá i co se týče energetické bezpečnosti, poněvadž OZE napomáhají diverzifikaci a zabezpečení energetických zdrojů. Mají význam ve snižování emisí skleníkových plynů, ale přispívají také k ekonomickému růstu (posílení konkurenceschopnosti, vytváření nových pracovních míst a exportních příležitostí). Evropská

unie si je ale zároveň také vědoma, že OZE nejsou zcela bez problémů. Vzhledem k neuspokojivému trendu zabírání zemědělských ploch využívaných pro pěstování potravinářských plodin za účelem produkce plodin určených k výrobě biopaliv bylo v říjnu 2012 vydáno sdělení omezující paliva první generace. Cílem je omezit použití biopaliv, k jejichž produkci se zejména využívá plodin pro potravinářský průmysl. OZE tedy nepředstavují jen řešení problémů energetické či environmentální politiky EU. Problémy s OZE jsou však již známé. Do budoucna by měly následovat zejména investice do podpory energetických sítí a infrastruktury. EU tedy počítá s podporou OZE v budoucnosti, jako dobrý základ nadále považuje směrnici č. 2009/28 o podpoře energie z OZE (převážně z důvodu jistoty pro investory do roku 2020) a dále chce využívat spolupráce mezi členskými státy.

3.1.6 Podpůrné politiky

Mezi hlavní cíle strategie „Energie 2020“ (podporující i sdělení Komise o energetickém plánu do roku 2050 a balíček infrastruktury) patří přizpůsobení infrastruktury elektřiny, aby byla vhodná pro rozsáhlé zavádění OZE. S tím velmi úzce souvisí především tyto projekty: [34]

- Mořská síť v Severním moři a přímé propojení se spotřebiteli v severní a střední Evropě a se zařízeními pro skladování elektřiny z vodních elektráren v Alpách a v severských zemích;
- Propojení jihozápadní Evropy a přeprava energie vyrobené z větrných, solárních a vodních zdrojů do dalších částí kontinentu;
- Lepší propojení ve středovýchodní Evropě a podpora integrace OZE.

3.2 Podpora OZE

K realizaci výše uvedených cílů a programů se využívají nástroje podpory, které mají zajistit, aby se oblast obnovitelných zdrojů a energetiky všeobecně ubírala žádoucím směrem. K podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů slouží **ekonomické nástroje**, které by společně s dalšími nástroji měly přispět k ochraně klimatu a ovzduší, rozvoji venkova i průmyslu. Náklady na výrobu elektřiny z OZE (např. fotovoltaickými elektrárnami, vodními a větrnými elektrárnami) jsou však v současné době vyšší než náklady na výrobu energie konvenčním způsobem, tedy z fosilních paliv. Nástroje slouží k tomu, aby tento rozdíl v nákladech výrobcům energie z OZE vyrovnaly, čímž napomáhají rozvoji ekologické výroby energie. Podstatou je tedy trvale udržitelný rozvoj společnosti. Současná právní úprava těchto nástrojů není ale zrovna ideově navržena, což vede v praxi k nejednomu problému, a proto dochází k různým úpravám a změnám.

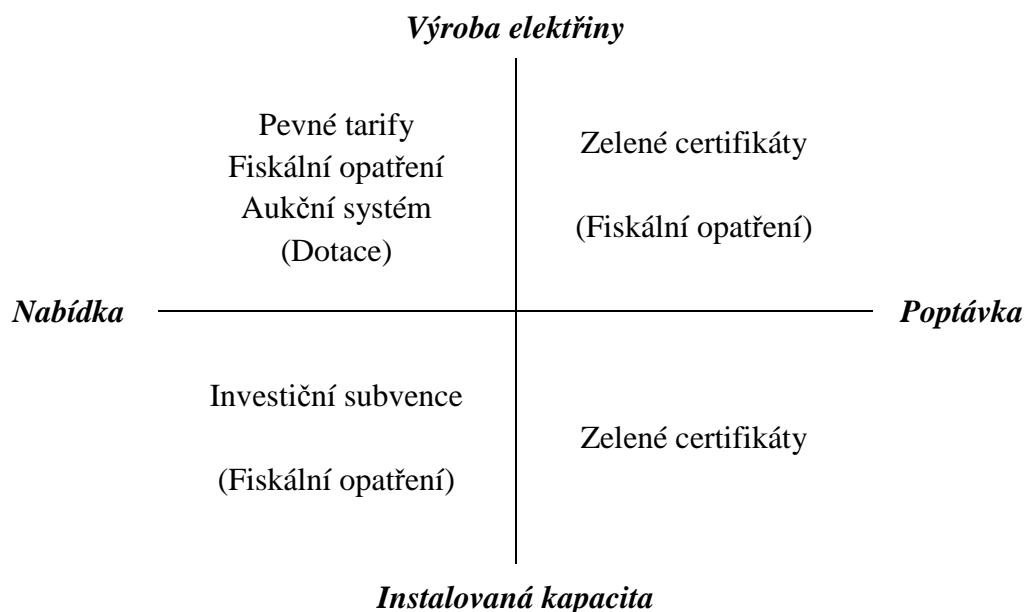
3.2.1 Funkce ekonomických nástrojů

Principem ekonomických nástrojů je jednak zpoplatnění hospodářského využívání přírodních zdrojů, ale zároveň také finanční zvýhodnění využívání těchto přírodních zdrojů, neboť je v souladu s trvale udržitelným rozvojem. Podle toho, jestli je či není zvýhodňována ekologicky šetrná varianta, můžeme ekonomické nástroje dělit na pozitivně nebo negativně stimuluující. Právě díky environmentálně šetrným přírodním obnovitelným zdrojům se šetří přírodní zdroje neobnovitelné, dochází k úsporám energie a podpoře udržitelného rozvoje.

Ekonomické nástroje by měly stimulovat zájem na ochraně životního prostředí, tedy snížení jeho zatížení škodlivými látkami a vyvažovat nedostatky administrativního systému. Oproti administrativním nástrojům (různá povolení, souhlasy, stanoviska, vyjádření) jsou efektivnější a méně společensky nákladné. Ekonomické nástroje nemohou plnit svou funkci v centrálně řízených ekonomikách, a proto se v Evropě staly velmi důležitým prostředkem ochrany životního prostředí až po společenských změnách na konci minulého století. Mezi ekonomické nástroje životního prostředí patří například poplatky za využívání přírodních zdrojů, poplatky za znečišťování či jiné zatěžování životního prostředí, uživatelské poplatky, daně, dotace, dary, úlevy při placení poplatků, obchodovatelná emisní povolení (povolenky na emise skleníkových plynů v rámci plnění závazků z Kjótského protokolu). [37]

3.2.2 Typy nástrojů

Hlavním východiskem k podpoře OZE je směrnice č. 2009/28/ES. Ta však jednoznačně neurčuje nástroje, které se mají používat ke splnění požadovaných cílů. To je ponecháno na rozhodnutí jednotlivých členských států, které si samy v zájmu splnění indikativního cíle energie z OZE vytvářejí a rozvíjejí vlastní mix nástrojů podpory, které považují za nejlepší. K podpoře OZE se používá 5 nástrojů – pevné tarify, systém zelených certifikátů a aukční systémy, investiční subvence a fiskální opatření. Za hlavní nástroje lze považovat první 3 vyjmenované. Na Obr. 11 jsou znázorněny nástroje dle ovlivňování poptávky a nabídky trhu s OZE a instalovanou kapacitou a objem výroby elektřiny z OZE. [28]



Obr. 11 Kategorizace nástrojů podpory OZE [28]

1. Pevné tarify (výkupní ceny)

Tento systém je obecně používaným nástrojem k podpoře výroby elektřiny z OZE ve většině členských států EU. Princip tohoto nástroje spočívá v tom, že se stanoví (obvykle na několik let) určitá garantovaná cena za jednotku elektřiny, která má být zaplacená danému výrobcí elektřiny z OZE. Provozovatel distribuční soustavy je povinen tuto elektřinu z OZE odkoupit. Může být využit i pro stanovení přírážky (dodatečných nákladů) k tržní ceně. Pevné tarify mohou být doplňovány státními dotacemi. Výhodou tohoto systému podpory je zaručit výrobcí (investorovi) jistotu navrácení investované částky během její životnosti, či podpora střednědobých a dlouhodobých technologií. Nevýhodou je obtížná slučitelnost na úrovni EU. [28] [38]

2. Zelené certifikáty (zelená osvědčení)

Vláda stanoví určité minimální množství elektřiny, které musí být vyrobeno, prodáno či distribuováno z OZE. Toto množství může být v rámci odvětví obchodováno pomocí tzv. zelených certifikátů. V rámci této formy podpory se elektřina z OZE prodává za běžné ceny na trhu s elektřinou. Dodatečné náklady se financují tak, že všichni spotřebitelé (v některých zemích výrobci) jsou povinni kupovat určitý počet zelených osvědčení od výrobců elektřiny z OZE ve výši pevně stanoveného procentuálního podílu z jejich celkové výroby/spotřeby elektřiny. Tímto je také zajišťována výroba žádoucí ekologické elektřiny. Zelená osvědčení jsou tržním nástrojem, který v případě dobrého fungování může teoreticky zajistit nejvyšší hospodárnost investice. Kromě toho podávají přehled o tom, kolik elektřiny z OZE bylo již vyrobeno a prodáno. Zelené certifikáty mohou však představovat vyšší riziko pro investory.

S tímto systémem jsou také spojeny relativně vysoké správní náklady. Např. v ČR je tato forma podpory známa jako zelený bonus, přičemž se elektřina ze solární elektrárny částečně spotřebovává a přebytek odprodává provozovateli přenosové soustavy (za spotřebovanou elektřinu ze sítě se už dále neplatí). Příspěvek se pak dostane za veškerou vyrobenou energii, tedy i za tu, která se spotřebuje. [7] [28] [38]

3. Aukční (nabídkový) systém (výběrová řízení)

V rámci výběrového řízení výrobci předloží řadu nabídek na dodávku elektřiny z OZE. Na základě těchto nabídek vláda rozhodne, který projekt (např. energie z biomasy) se rozhodne finančně podpořit. Státní podporu dostane ten výrobce (zároveň potenciaální příjemce podpory v jedné osobě), kterého vláda vyhodnotí jako subjekt s nejlepší nabídkou. Podpora pak může být ve formě přímé dotace na výstavbu daného projektu nebo ve formě dotace ceny elektřiny z něho vyrobené. Elektřina se potom dodává na smluvním základě za cenu plynoucí z nabídky. Dodatečné náklady, které plynou z koupě elektřiny vyrobené z OZE se přenesou na koncového spotřebitele elektřiny prostřednictvím zvláštní dávky. Jednorázový charakter systému nevytváří stabilní podmínky a v případě nízkých nabídek se projekty vůbec nemusí uskutečnit. Odlišují se projekty s jednotlivými typy OZE (z důvodu různých vlastností). Zvlášť se například rozhoduje o energii z biomasy a energii solární. [28] [38]

4. Investiční subvence

Tato forma podpory pomáhá prolomit vstup do odvětví vzhledem k vysokým počátečním investicím. Investiční subvence je zpravidla používána ke stimulaci investic u méně konkurenceschopných technologií OZE. Tato podpora dosahuje 20-50% celkových investičních nákladů. V ojedinělých případech může dokonce být poskytnuta 100% subvence. Zajímavá je také možnost dotace úroků z úvěrů poskytnutých na investici do výstavby zařízení, která vyrábí energii z obnovitelných zdrojů. [28]

5. Fiskální opatření (daňové pobídky)

Ve většině případů se fiskální opatření používá jako nástroj doplňkový. V různých státech EU mohou být tyto nástroje v různých podobách, např. slevy na daních z energie, slevy na daních z emisí, snížení či úplné osvobození od sazby DPH, zvýhodněné podmínky odpisování investic. Konkrétní podmínky opatření jsou však v plné kompetenci národních států EU. Daňové nástroje se taktéž používají k ovlivňování cen energií ze zdrojů neobnovitelných. Na úrovni Evropské unie se zavádějí jen minimální sazby, o konkrétních sazbách pak rozhodují jednotlivé státy EU.

Přehled o uplatňování konkrétních nástrojů a jejich modifikací k podpoře OZE v původních 15 členských zemích Evropské unie podává následující tabulka (Tab. 2):

Tab. 2 Nástroje na podporu OZE v členských státech EU-15. [28]

Země	Nástroj...	... zaměřený na
Belgie	pevné tarify zelené certifikáty investiční subvence fiskální opatření	všechny OZE všechny OZE (pouze na regionální úrovni) všechny OZE všechny OZE
Dánsko	pevné tarify fiskální opatření povinné odkupy (bez zelených certifikátů) investiční subvence	geotermální a přílivová energie, biomasa, bioplyn, fotovoltaika, vodní a větrná energie větrná energie (slevy na daních) biomasa, větrná energie, kogenerace fotovoltaika, větrná a přílivová energie, kogenerace, biomasa, bioplyn
Finsko	pevné tarify investiční subvence	vítr, biomasa vodní elektrárny do 1 MW všechny OZE (zejména vítr)
Francie	aukční systém pevné tarify investiční subvence	pobřežní větrné elektrárny biomasa, bioplyn, geotermální energie, malé vodní elektrárny, kogenerace, pobřežní větrné elektrárny, pevné odpady zpravidla fotovoltaika
Irsko	aukční systém fiskální opatření	vítr, vodní elektrárny, biomasa, kogenerace vítr, biomasa, vodní elektrárny, fotovoltaika a všechny malé OZE
Itálie	pevné tarify investiční subvence zelené certifikáty	všechny OZE všechny OZE všechny OZE
Lucembursko	pevné tarify fiskální opatření investiční subvence	vítr, fotovoltaika, biomasa všechny OZE všechny OZE
Německo	pevné tarify investiční subvence	všechny OZE fotovoltaika, větrná energie, v určitých případech všechny OZE
Nizozemí	dobrovolné dohody pevné marže fiskální opatření investiční subvence	OZE a energetická efektivnost všechny OZE všechny OZE a technologie šetrné k životnímu prostředí všechny OZE a energetická efektivnost
Portugalsko	pevné tarify fiskální opatření investiční subvence	všechny OZE všechny OZE všechny OZE a energetická efektivnost
Rakousko	pevné tarify investiční subvence fiskální opatření zelené certifikáty	biomasa, bioplyn, vítr, fotovoltaika, geotermální energie všechny OZE všechny OZE vodní elektrárny od 10 kW do 10 MW
Řecko	investiční subvence pevné tarify	zejména vítr, biomasa, malé vodní elektrárny, fotovoltaika, geotermální energie, pasivní solární energie všechny OZE
Španělsko	pevné tarify investiční subvence vládní úvěry	vítr, vodní elektrárny, fotovoltaika, biomasa, bioplyn, kogenerace do 50 MW fotovoltaika biomasa, malé vodní elektrárny, fotovoltaika, pasivní solární energie, odpady, bioplyn

Švédsko	dotace na výzkum investiční subvence	kogenerace, biomasa, větrné elektrárny, fotovoltaika pobřežní větrné elektrárny nad 200 kW, vodní elektrárny do 1,5 MW, kogenerace založená na biomase
	fiskální opatření zelené certifikáty	všechny malé OZE fotovoltaika, vítr, biomasa, geotermální energie, energie mořských vln, vodní elektrárny do 1,5 MW
	dotace na větrnou energii	větrná energie
Velká Británie	zelené certifikáty fiskální opatření investiční subvence	všechny OZE všechny OZE kromě velkých vodních elektráren biomasa pro domácí vytápění, energetické plodiny, kogenerace

3.2.3 Výkupní ceny

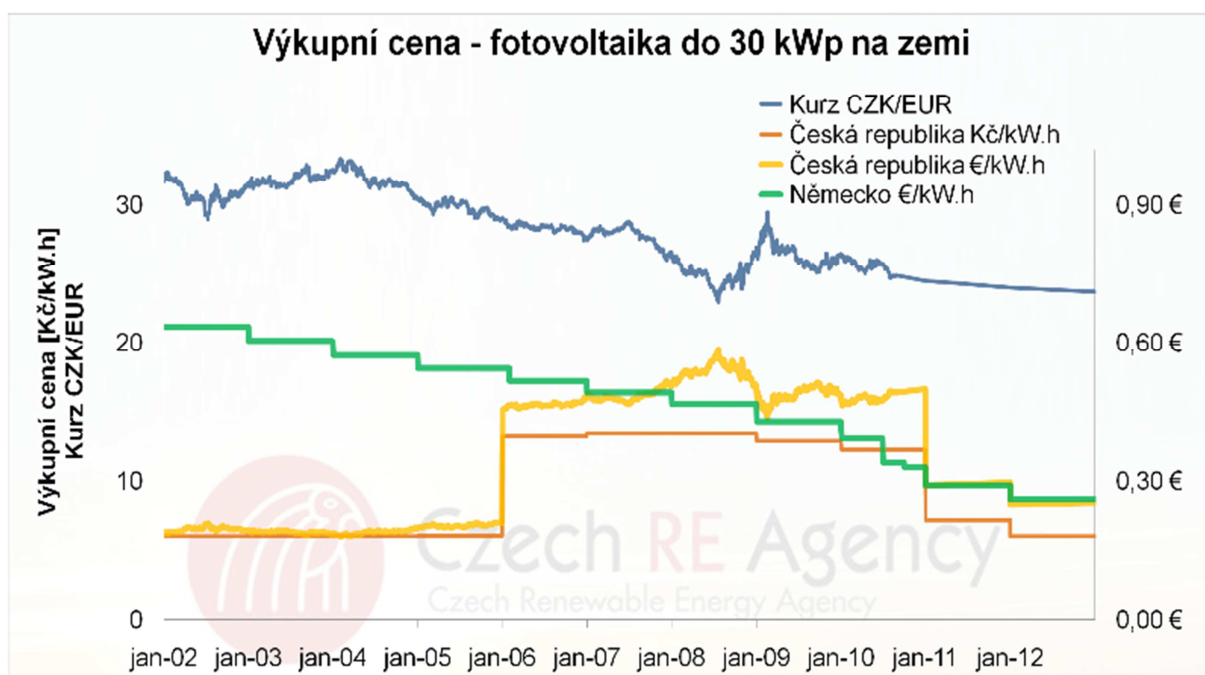
Porovnání výkupních cen v ČR a v Německu

Tab. 3 Výkupní ceny za fotovoltaiku v roce 2011 [7]

Kategorie výkonu	Česká republika		Německo ²⁾
	Kč/kW.h	€/kW.h ¹⁾	€/kW.h
Na střeše:			
Do 30 kWp	7,13	0,2888	0,2907
30 až 100 kWp	5,59	0,2265	0,2765
0,1 až 1,0 MWp	5,13	0,2076	0,2616
Nad 1,0 MWp	5,13	0,2076	0,2182
Na zemi:			
Do 30 kWp	7,13	0,2888	0,2135
30 až 100 kWp	5,59	0,2265 </td <td>0,2135</td>	0,2135
Nad 100 kWp	5,13	0,2076	0,2135

¹⁾ při kurzu 24,70 Kč/€

²⁾ v okolí pozemních komunikací, na zemědělské půdě je výkupní cena nulová



Obr. 12 Porovnání vývoje výkupních cen v České republice a v Německu [7]

Pro velké solární systémy na zemi byly v České republice výkupní ceny od začátku výrazně vyšší než v Německu. Výkupní ceny v ČR byly přiměřené rozdílům obchodních podmínek pouze v roce 2007. Od té doby výkupní ceny v Německu výrazně klesly, zatímco v ČR reálně stouply (vlivem posílení koruny) a ze vzrůstajících fotovoltaických elektráren na polích se stal nepřiměřeně výnosný byznys. [7]

3.3 Poplatky za OZE

Kvůli zvyšování poplatků na podporu OZE nejvíce doplácí velké průmyslové podniky, zejména u nás v ČR.

3.3.1 Úroveň poplatků za OZE v EU a míra podpory průmyslu

Průmyslové státy v EU nezatěžují průmysl poplatky za OZE, aby nesnižovali jeho konkurenceschopnost.

Úlevy průmyslu v EU (2012): [39]

- **Francie** = 10,5 €/MWh, průmysl 0,5% z GVA
- **Německo** = 35,92 €/MWh, průmysl 0,5 €/MWh, max. 550 tis. €/rok
- **Belgie** = 7,6 €/MWh, průmysl cca 50%
- **Dánsko** = 10 €/MWh, průmysl snížená taxa
- **ČR** = 16,8 €/MWh (8,3 €/MWh ze SR) **žádná úleva pro průmysl**

Tab. 4 Roční náklady na OZE v EU v roce 2012 [39]

Země	150 GWh		1000 GWh	
Belgie (Vlámsko)	965 950 €	38,4%	data nejsou dostupná	
Belgie (Valonsko)	970 500 €	38,6%	data nejsou dostupná	
Česká republika	2 515 320 €	100,0%	16 768 800 €	100,0%
Dánsko	1 140 000 €	45,3%	data nejsou dostupná	
Německo	75 000 €	3,0%	500 000 €	2,0%
Řecko	444 000 €	17,7%	data nejsou dostupná	
Španělsko	0 €	0,0%	0 €	0,0%
Francie	550 000 €	21,9%	550 000 €	2,2%
Nizozemsko	0 €	0,0%	0 €	0,0%
Finsko	0 €	0,0%	0 €	0,0%

Srovnatelný průmyslový podnik platí v roce 2012:

- **při odběru 150 GWh** ve Francii 5× méně, náklady má nižší o 49 mil. Kč a 34× méně v Německu, náklady má nižší o 61 mil. Kč
- **při 1000 GWh** ve Francii 31× méně, náklady má nižší o 405 mil. Kč a 34× méně v Německu, což představuje rozdíl více než 407 mil. Kč

Tab. 5 Roční náklady na OZE v EU v roce 2013 při 619 Kč/MWh [39]

Země	150 GWh		1 000 GWh	
Belgie (Vlámsko)	data nejsou dostupná		data nejsou dostupná	
Belgie (Valonsko)	data nejsou dostupná		data nejsou dostupná	
Česká republika	3 712 980 €	100,0%	24 753 200 €	100,0%
Dánsko	data nejsou dostupná		data nejsou dostupná	
Německo	75 000 €	2,0%	500 000 €	3,0%
Řecko	data nejsou dostupná		data nejsou dostupná	
Španělsko	0 €	0,0%	0 €	0,0%
Francie	550 000 €	14,8%	550 000 €	3,3%
Nizozemsko	51 000 €	11,5%	data nejsou dostupná	
Finsko	0 €	0,0%	0 €	0,0%

Srovnatelný průmyslový podnik platí v roce 2013:

- **při odběru 150 GWh** ve Francii 7× méně, náklady má nižší o 79 mil. Kč a 50× méně v Německu, náklady má nižší o 91 mil. Kč
- **při 1000 GWh** ve Francii 45× méně, náklady má nižší o 605 mil. Kč a 50× méně v Německu, což představuje rozdíl více než 606 mil. Kč

Elektrina pro průmysl v ČR je v současnosti vedle Kypru, Malty a Slovenska nejdražší v Evropě, a jelikož jsou evropské ceny nad světovými, platí velcí spotřebitelé za elektřinu téměř nejvíce na světě. Poplatek 16,8 € za jednu MWh spotřebované elektřiny, kterým musí český průmysl přispívat na podnikání v oblasti OZE (především zahraničním investorům na FVE), je nadále neudržitelný. Pro zachování konkurenceschopnosti českého exportního průmyslu je úleva nutná, avšak o to více se to promítne na zatížení obyvatelstva, které taktéž již nyní platí vysoké ceny za elektřinu.

3.3.2 Modely snížených poplatků za OZE pro průmysl

Německo

- Základní poplatek za OZE v roce 2012 je **35,92 €/MWh**
- Spotřebitel s odběrem > 100 GWh elektřiny a náklady na elektřinu vztaheno k GVA > 20 % platí jen **0,5 €/MWh**
- Spotřebitel s odběrem > 10 GWh a náklady na elektřinu vztaheno k GVA > 14 % platí:
 - za první GWh spotřeby základní poplatek
 - za dalších 9 GWh spotřeby **10 %** základního poplatku
 - za dalších 90 GWh spotřeby **1%** základního poplatku
 - při překročení 100 GWh spotřeby elektřiny platí **0,5 €/MWh**

- Jestliže průmyslový podnik vyrábí elektřinu pouze pro vlastní spotřebu a ve stejné lokalitě, kde ji spotřebuje, neplatí za tuto spotřebu **žádný poplatek za OZE**
- Úlevy se vztahují na cca 1/3 německého průmyslu (v roce 2010 cca 70-85 TWh), resp. 90% těžkého průmyslu. [39]

Francie

- Základní poplatek za OZE v roce 2012 je **10,5 €/MWh** a **13,5 €/MWh** v roce 2013
- Průmysloví odběratelé se spotřebou vyšší 7 GWh neplatí poplatek, ale přispívají na OZE 0,5% ze své přidané hodnoty až do výše stropu
- Pro průmyslové odběratele je stanoven strop poplatků ve výši max. **550.000 €/rok**
- Výrobci elektřiny do výše 240GWh neplatí pro vlastní spotřebu **žádný poplatek za OZE**.
- Francie snižuje poplatky za OZE pro všechny velké spotřebitele i přesto, že v dotacích postupuje uváženě a jejich základní poplatek je 3krát nižší než v Německu a téměř 2krát nižší než v Česku [39]

Belgie a Holandsko

- Základní poplatek za OZE v roce 2012 je **8,7 €/MWh** ve Flandrech a **14,1 €/MWh** ve Valonsku
- Průmysloví odběratelé se spotřebou 20 – 100 GWh zaplatí za spotřebu nad 20 GWh pouze **75%** základního poplatku
- Průmysloví odběratelé se spotřebou nad 100 GWh zaplatí za spotřebu mezi 20 – 100 GWh pouze **75%** základního poplatku a za spotřebu nad 100 GWh pouze **50%** základního poplatku
- Ve Valonsku jsou sazby pro průmysl ještě o 25% nižší, tj.
 - **75%** základního poplatku pro spotřebu do 20GWh,
 - **50%** základního poplatku pro spotřebu 20 -100 GWh,
 - **10-14%** základního poplatku pro spotřebu nad 100 GWh.
- V Holandsku je veškerá podpora OZE hrazena ze státního rozpočtu a průmysl je bez poplatků. [39]

4 Situace OZE v EU

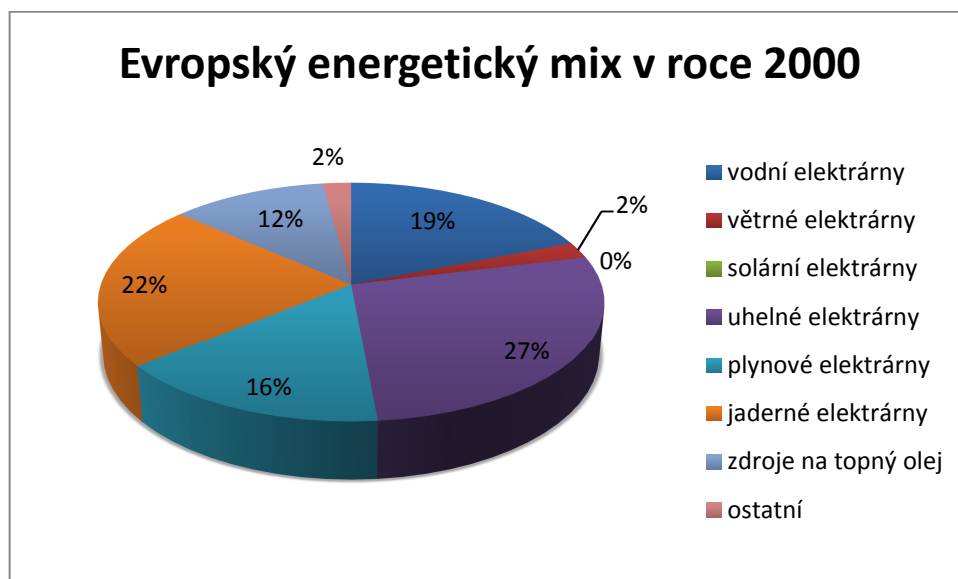
Evropská unie si velmi dobře uvědomuje svoji energetickou nesoběstačnost v oblasti využívání konvenčních energetických zdrojů. Již několik let se EU tuto problematiku snaží především řešit právě pomocí obnovitelných zdrojů energie. Aktuální závislost na dovozu energie z jiných zemí nám znázorňuje **ukazatel energetické závislosti**. Obnovitelnými zdroji energie se zabývá Evropská unie resp. Evropská komise jako celek, avšak jednotlivé členské státy vzhledem ke svým odlišným podmínkám mají také rovněž svojí vlastní politiku obnovitelných zdrojů energie. Největším lídrem ve využívání OZE je Německo, které dominuje v instalovaném výkonu solárních elektráren, větrných elektráren a ve využívání energie z biomasy. V posledních letech se největšího rozvoje dočkala solární energie, jejíhož potenciálu využití se kromě Německa nejvíce chopilo také Španělsko a Itálie. Právě Španělsko spolu s Německem patří mezi tahouny ve větrné energii, zmínit zde můžeme ale také Velkou Británii či Dánsko. Např. využití energie dřeva patří zase k přednostem Finska a Švédska. Francie je zase na špici v biopalivech a Itálie jednoznačně dominuje v energii geotermální. Produkci vodní energií se může pyšnit Švédsko, Francie, Itálie a Rakousko.

Současné postavení Evropské unie se již nemůže spoléhat na dostatečné množství zásob fosilních zdrojů, a proto se značně zaměřilo na vývoj a rozvoj obnovitelných zdrojů. Členské státy EU se rozsáhlejšího vývoje OZE zabývají už několik let. Samotné kořeny podpory výzkumu a rozvoje OZE se objevily zhruba před 30 lety. Evropská komise se této podpoře věnuje stále intenzivněji. V roce 1979 vznikl první projekt k podpoře využití fotovoltaických článků. Prvotní seriózní strategie Evropské unie se však objevuje až v roce 1997 v podobě Bílé knihy pro obnovitelnou energii (White Paper on Renewable Energy). V té době vytvářely OZE podíl na celkové hrubé spotřebě v EU (27 zemí) něco málo přes 5%. V roce 2011 dosahovala celková hrubá spotřeba obnovitelných zdrojů něco málo přes 10%. Cílem politiky EU je zvýšit využívání OZE do roku 2020 na 20% celkové spotřeby energie. [28] [40]

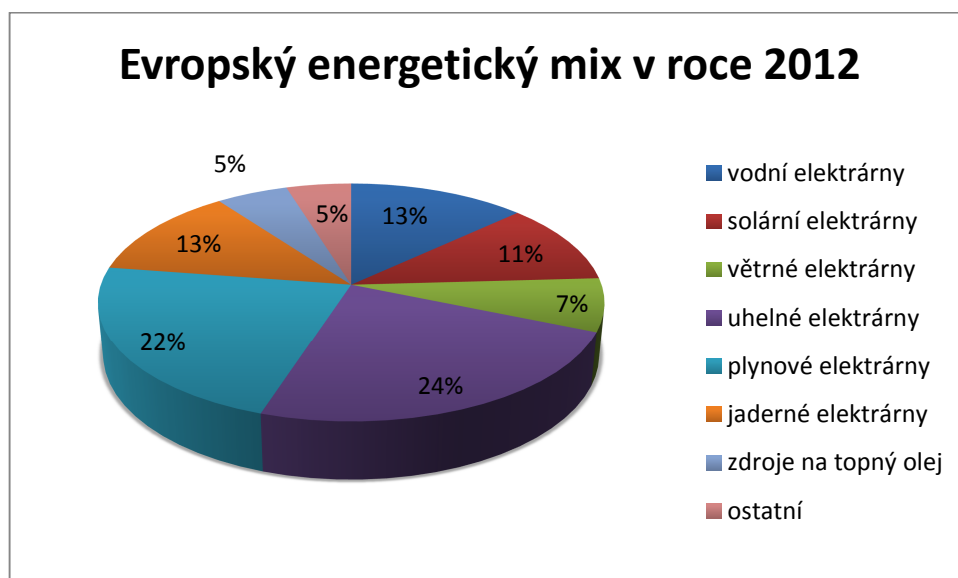
4.1 Energetická bilance OZE v EU

Při pohledu na evropský energetický mix za rok 2000 a 2012 (viz **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** a **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**) je vidět procentuální podíl jednotlivých instalovaných elektráren. Při srovnání této energetické skladby v roce 2000 a 2012 nelze přehlédnout značný růst počtu elektráren využívající OZE. Zatímco v roce 2000 byl podíl větrných elektráren pouze 2,2% a podíl solárních elektráren zcela nicotný, v roce 2012 zaujímaly větrné elektrárny 11% a solární elektrárny 7,2% z celkového instalovaného výkonu.

Naopak podíl uhelných a jaderných elektráren se snižuje.

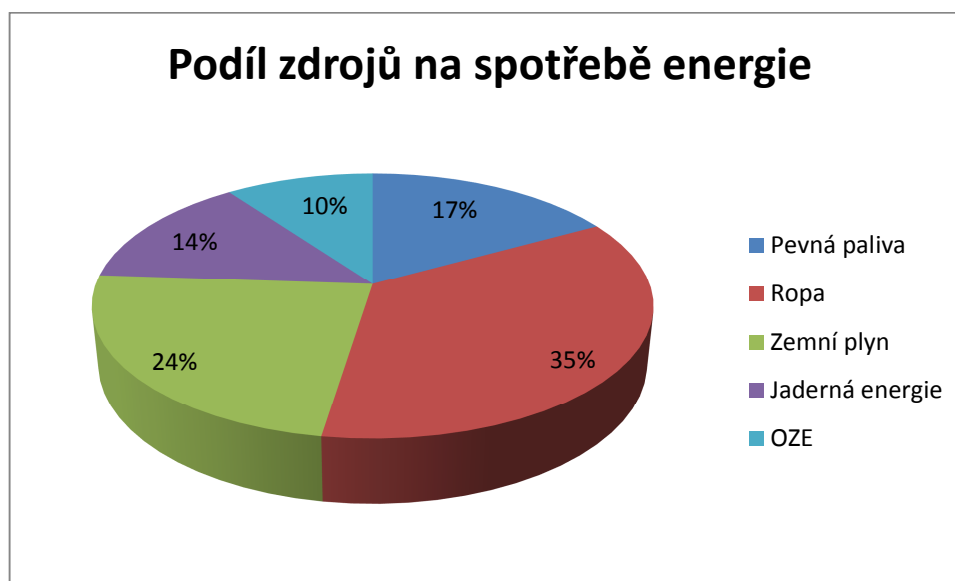


Obr. 13 Energetický mix v Evropě v roce 2000 [41]



Obr. 14 Energetický mix v Evropě v roce 2012 [41]

K celkové spotřebě energie v EU-27 se však z téměř dvou třetin stále ještě nejvíce využívá ropa a zemní plyn (viz **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**). Část energie se získává spalováním pevných paliv (uhlí) a další část energie z jaderných reakcí. Zbylý podíl energie tvoří obnovitelné zdroje, které na sebe budou stále více upozorňovat.



Obr. 15 Energetický mix EU-27 v roce 2011 [40]

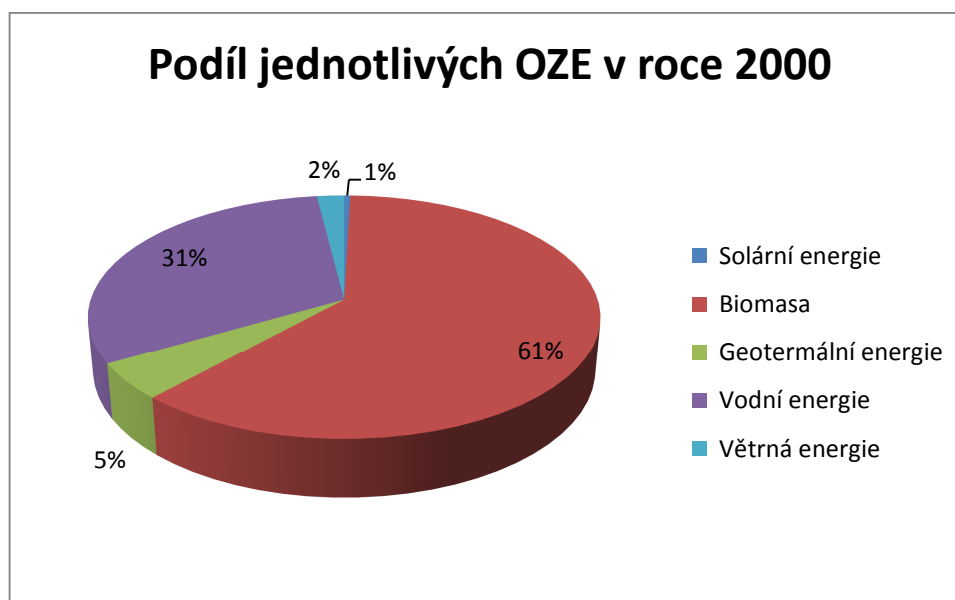
Ačkoliv se problematikou obnovitelných zdrojů energie zabývá Evropská unie přibližně 30 let, největšího boomu zaznamenala v posledním desetiletí. Význam jednotlivých obnovitelných zdrojů energie na výrobě obnovitelné energie udává následující tabulka (Tab. 6), z níž rovněž vyplývá, že během posledních let největšího pokroku dospělo využití energie solární a větrné. Naopak nejmenší dynamiky dosáhla energie vodní. To je především zapříčiněno dosažením kapacitních možností využívání vodní energie, poněvadž většina vodních toků je již ke svým účelům řádně využita a sebevětšího prostoru k dalšímu budování nových vodních elektráren mnoho není.

Tab. 6 Produkce obnovitelné energie v EU-27 v mil. t ropného ekvivalentu [40]

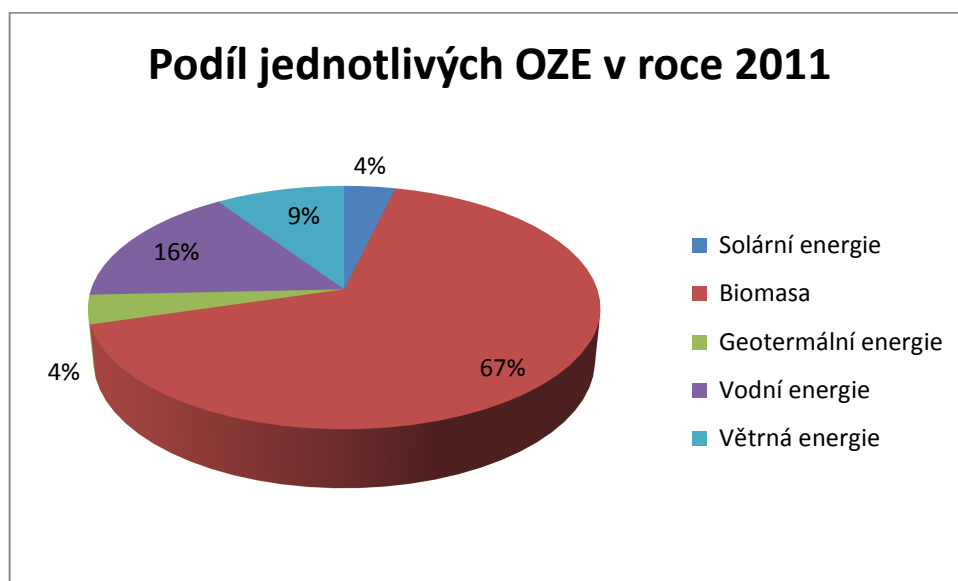
OZE	Rok				Změna 2011/2000 v %
	2000	2005	2009	2011	
Solární energie	0,43	0,81	2,50	6,06	1309
Biomasa	59,23	77,36	100,77	108,24	83
Geotermální energie	4,71	5,35	5,81	6,20	32
Vodní energie	30,31	26,27	28,22	26,32	-13
Větrná energie	1,91	6,06	11,44	15,39	706
Celkem OZE	96,59	115,85	148,74	162,21	68

Z uvedené tabulky (Tab. 6) lze také zaznamenat, že největších hodnot dosahuje energie z biomasy. Lepší znázornění podává obrázek č. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**, kde je velice dobře vidět cca $\frac{2}{3}$ podíl biomasy na celkové spotřebě energie. Ten se zvýšil oproti roku 2000 z 61% na 67%. Tento růst energie z biomasy je však dnes již velmi limitován širokým

obsazením prostranství sloužící k zemědělským účelům. Nabízí se proto možnost restrukturalizace zemědělské výroby, více se tedy soustředit na vybrané zemědělské produkty, které se v EU nechají vyrobit efektivněji než v jiných státech. Se zaměřením na pěstování biomasy berme také na vědomí její energetickou hustotu, tudíž i efektivitu. Velký průlom zaznamenala také energie větrná a solární. Zatímco se v roce 2000 větrná energie podílela 2% a solární energie necelým 1% obnovitelné energie, v roce 2011 podíl u větrné energie činil 9% a u solární energie vzrostl na 4% obnovitelné energie. Asi překvapivým faktem působí skutečnost 15% poklesu podílu větrné energie. U geotermální energie poklesl její podíl o cca 1%, nicméně z **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** lze vidět, že její produkce pozvolna stále stoupá.



Obr. 16 Podíl jednotlivých typů OZE na celkové spotřebě OZE v roce 2000 (v %) [40]



Obr. 17 Podíl jednotlivých typů OZE na celkové spotřebě OZE v roce 2011 (v %) [40]

Celkový přehled o podílu obnovitelných zdrojů energie na celkové spotřebě energie udává následující tabulka (Tab. 7). Stav v jednotlivých státech je dále podrobněji popsán v další kapitole, která se jednotlivými členskými státy EU zabývá.

Tab. 7 Podíl zdrojů na spotřebě energie v roce 2011 v toe (1000 tun topného ekvivalentu) [40]

Podíl zdrojů na spotřebě energie v roce 2011 (v toe)						
Stát	Všechna paliva	Pevná paliva	Ropa	Zemní plyn	Jaderná energie	OZE
EU (27 zemí)	1 697 660	285 457	597 871	397 543	234 010	169 028
Belgie	59 687	2 909	23 324	15 193	12 442	2 859
Bulharsko	19 278	8 111	3 856	2 630	4 230	1 353
Česká republika	43 318	18 383	9 099	6 774	7 318	2 991
Dánsko	18 993	3 233	7 421	3 717	0	4 077
Estonsko	6 163	4 056	1 077	503	0	832
Finsko	35 745	5 689	10 306	3 360	5 981	9 073
Francie	259 325	10 285	83 219	37 042	114 114	18 272
Irsko	13 852	2 031	6 828	4 117	0	819
Itálie	172 940	15 914	68 206	63 814	0	19 942
Kypr	2 672	7	2 543	0	0	121
Litva	7 067	248	2 465	2 718	0	1 057
Lotyšsko	4 243	120	1 249	1 288	0	1 436
Lucembursko	4 586	58	2 955	1 033	0	123
Maďarsko	25 234	2 759	6 505	9 354	4 058	1 887
Malta	1 127	0	1 126	0	0	1
Německo	316 310	77 110	110 755	65 830	27 852	31 219
Nizozemsko	81 312	7 472	33 615	34 315	1 068	3 299

Polsko	102 175	54 599	26 476	12 836	0	7 952
Portugalsko	23 900	2 208	11 702	4 464	0	5 141
Rakousko	33 951	3 455	12 427	7 755	0	8 772
Rumunsko	36 349	8 162	9 119	11 105	3 030	5 068
Řecko	27 920	7 887	13 525	3 972	0	2 231
Slovensko	17 424	3 699	3 591	4 637	4 028	1 367
Slovinsko	7 267	1 466	2 591	738	1 603	947
Španělsko	128 536	12 455	57 904	28 992	14 892	14 640
Švédsko	49 511	2 492	14 615	1 153	15 600	15 750
Velká Británie	198 777	30 646	71 372	70 202	17 794	7 800

Co se týče podílu elektrické energie vyrobené z obnovitelných energetických zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v EU, stále se rovněž zvyšuje. V roce 2010 činil 12,5%, kdežto např. v roce 2004 dosahoval 8,1%, přičemž cíl (do roku 2020) je stanoven na 20%. [40]

Vývoj výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie zaznamenal v posledních letech značný růst, obdobně jako při pohledu celkové spotřeby energie z OZE. V absolutních číslech došlo v obou případech k nárůstu o cca $\frac{3}{4}$ ve využívání obnovitelných zdrojů. Za zmínku také stojí pozoruhodná změna jednotlivých druhů obnovitelné energie při výrobě elektrické energie z OZE za uplynulých pár let. Zhruba v polovině 90. let minulého století bylo vyrobeno kolem 90% elektřiny z vodních děl, přibližně o deset let později tento podíl klesl o téměř 30%. Nejvýraznější rozvoj zase nastal u větrných elektráren, fotovoltaických elektráren a biomasy. Vůbec největšího procentuálního přírůstku se dočkala fotovoltaika. [28]

Tab. 8 Instalovaný výkon fotovoltaických a větrných elektráren na konci roku 2011 v evropských zemích [42]

Instalovaný výkon fotovoltaických a větrných elektráren v EU v roce 2011 (MW)					
Fotovoltaické elektrárny			Větrné elektrárny		
Stát	Celkem	Vystaveno v r. 2011	Stát	Celkem	Vystaveno v r. 2011
EU (27)	50 327	21 000	EU (27)	93 957	9 616
Německo	24 700	7 500	Německo	29 060	2 086
Itálie	12 500	9 000	Španělsko	21 674	1 050
Španělsko	4 200	400	Francie	6 800	830
Francie	2 500	1 500	Itálie	6 747	950
Česká republika	1 971	12	Velká Británie	6 540	1 293

Samotný význam jednotlivých obnovitelných zdrojů energie se liší dle možností a podmínek v jednotlivých členských státech EU. Můžeme uvést např. Rakousko, kde se vyrábí více než polovina elektrické energie z OZE (naprostou většinou disponují vodní elektrárny). Nejrozšířenějším obnovitelných zdrojem v EU by měla v roce 2020 být větrná energie. Ta by měla vytvářet dohromady 14% celkové konečné poptávky po elektřině. Největší podíl větrných elektráren na konečné poptávce ponese Irsko s 36,4% a následovat ho bude Dánsko s 31%.

Tab. 9 Podíl energie z obnovitelných energetických zdrojů na konečné spotřebě energie v procentech [40]

Podíl OZE na celkové spotřebě energie			
Stát	Podíl OZE v roce 2004	Podíl OZE v roce 2010	Cíl podílu do roku 2020
EU (27)	7,9	13,0	20
Belgie	1,9	5,1	13
Bulharsko	9,6	13,8	16
Česká republika	6,1	9,2	13
Dánsko	15,1	22,2	30
Estonsko	18,4	24,3	25
Finsko	29,1	32,2	38
Francie	9,3	12,9	23
Irsko	2,2	5,5	16
Itálie	5,3	10,1	17
Kypr	2,4	4,8	13
Litva	17,1	19,7	23
Lotyšsko	32,8	32,6	40
Lucembursko	0,9	2,8	11
Maďarsko	4,4	8,7	13
Malta	0,1	0,4	10
Německo	5,1	11,0	18
Nizozemsko	1,9	3,8	14
Polsko	7,0	9,4	15
Portugalsko	19,2	24,6	31
Rakousko	22,9	30,1	34
Rumunsko	16,8	23,4	24
Řecko	6,9	9,2	18
Slovensko	6,1	9,8	14

Slovinsko	16,2	19,8	25
Španělsko	8,2	13,8	20
Švédsko	38,7	47,9	49
Velká Británie	1,1	3,2	15

Dle předpokladů z různých analýz (např. EWEA) Evropská unie splní svůj závazek a v roce 2020 dosáhne, ba dokonce překročí tento vytyčený cíl. Vezmeme-li stanovené cíle všech 27 členských států EU, vyplývá, že by mělo být dosaženo cca 21,4% podílu OZE na celkové spotřebě energie. Jedinými státy, u kterých dosažení akčního plánu není zcela jisté, jsou Itálie a Lucembursko. Naopak s přehledem své akční plány splní Bulharsko, Maďarsko, Německo, Řecko a Španělsko. To také ukazuje, že naprostá většina členských států EU si je vědoma výhod obnovitelné energie. [43]

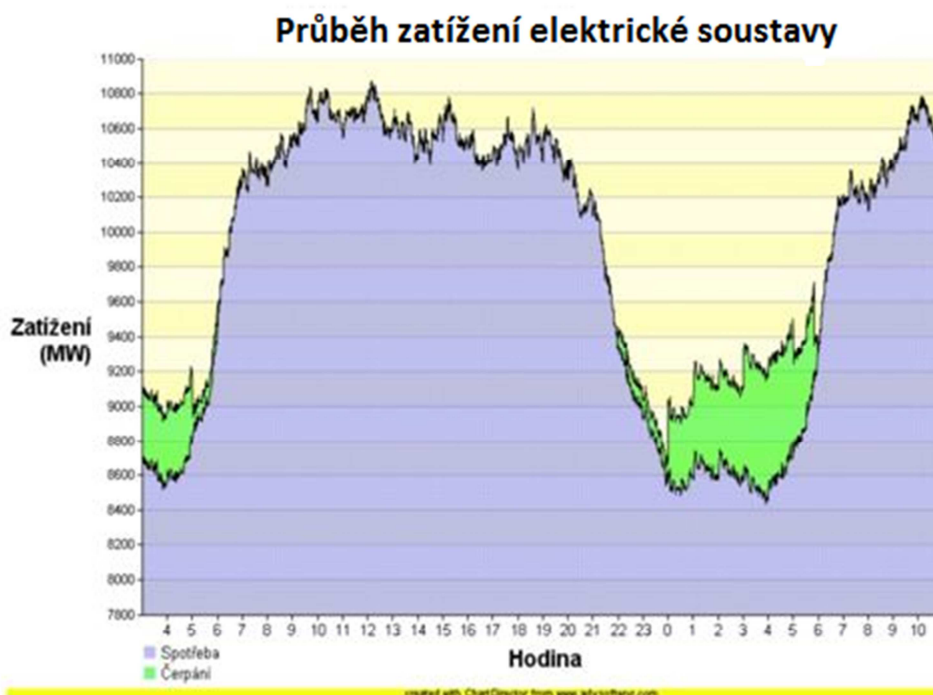
4.2 Přenosová soustava v EU

Provozovatelé přenosových soustav v EU se potýkají s řadou problémů s připojováním obnovitelných zdrojů energie do svých distribučních systémů, zejména s energií ze solárních a větrných zdrojů s přerušovanou výrobou. Z toho důvodu jsou přijímána různá opatření mezi jednotlivými provozovateli distribuční soustavy. Jedná se především o zlepšení vzájemné spolupráce a koordinace mezi provozovateli (vzájemná výměna informací, provozní výpočty apod.) s cílem zajistit bezpečnost a spolehlivost provozu propojených elektrizačních soustav.

Vzhledem k požadovaným cílům EU splnit kritéria podílu OZE do roku 2020 lze očekávat silný nárůst instalovaných výkonů OZE a následné připojování do sítě. Většina těchto nových systémů se budou budovat v regionech s nejpříznivějšími přírodními podmínkami (silný vítr, sluneční svit, vhodný spád u vodních zdrojů). Ovšem tyto oblasti se převážně nacházejí daleko od centrálních míst, kde je spotřeba nejvyšší. Energie z velkých větrných, slunečních i vodních elektráren má navíc charakter přerušovaných dodávek (výjimkou jsou však přečerpávací elektrárny) a je tedy závislá na aktuálních přírodních podmínkách. Proto integrace těchto OZE je závislá na schopnosti přenosové soustavy přenášet až desítky GW na trasách dlouhých tisíce kilometrů (tzv. *super grid* - „elektrické dálnice“). K lepší bezpečnosti a stabilitě lokálních přenosových sítí jsou vhodné přečerpávací vodní elektrárny mající schopnost akumulace energie v době jejího nadbytku. Velmi často také slyšíme, že větrné elektrárny v Německu či fotovoltaické elektrárny v Česku způsobí u nás tzv. *black-out*, nicméně největší překážkou přizpůsobení a propustnosti elektrizační soustavy ve střední

Evropě jsou také hlavně jaderné elektrárny (Temelín, Dukovany,...), jejichž zapojení a následné bezpečné odpojování od elektrizační soustavy trvá několik dní, zpravidla týden.

Před připojením OZE do distribuční soustavy se provádí tzv. studie připojitelnosti, na jejímž základě se posuzuje simulace připojení celého instalovaného výkonu na chod sítě, přetěžování sítě apod. Provozovatel regionální distribuční sítě má také např. možnost jednotlivou připojenou fotovoltaickou elektrárnu dálkově odstavit a zabránit tak případnému kritickému stavu přetěžování. Výhodou fotovoltaických elektráren je, že se převážná většina těchto zdrojů zapojuje do napěťové hladiny 22 kV, tedy do lokálních distribučních sítí, kde je nejvyšší spotřeba odběratelů. Tím se rovněž minimalizují technické ztráty v elektrizační soustavě, poněvadž by se bez těchto zdrojů potřebná elektrická energie musela k odběratelům přenášet přes transformaci 400/110 kV a dále pak přes 110/22 kV. Ze strany provozovatele (např. ČEPS) je zapotřebí regulovat pouze případné výkonové přebytky z fotovoltaických elektráren (do transformace 110 kV). Zaměříme-li se na odběrový diagram v ČR, zjistíme, že největší spotřeba energie je právě v době fungování fotovoltaických elektráren (od 8:30 do 16:30), které tak přispívají ke snížení nároků na regulační výkon. Naopak v nočním režimu se na rozdíl od větrných elektráren elektrická energie z fotovoltaických elektráren nevyrábí, a tudíž se nezhoršuje náročnost na regulační výkon v elektrizační soustavě. Grafický průběh zatížení elektrizační soustavy udává následující odběrový diagram (*Obr. 18*). Nutno podotknout, že se jedná o odběrový diagram elektrizační soustavy v ČR, ovšem obdobný diagram se dá očekávat i u ostatních zemí EU.

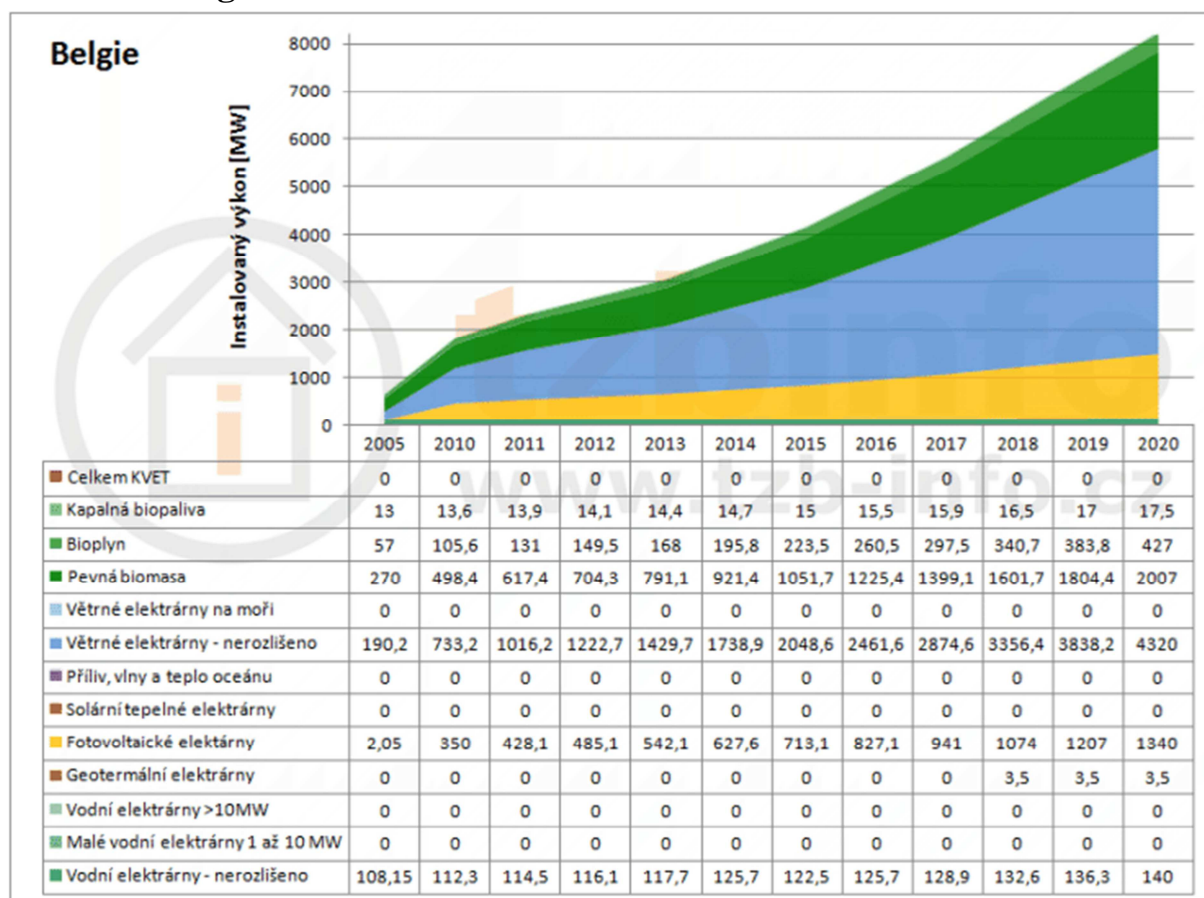


Obr. 18 Odběrový diagram zatížení elektrizační soustavy ČR [44]

5 OZE v jednotlivých státech EU

Jak již bylo uvedeno v předchozích kapitolách, Evropská unie se jako celek zavázala zvýšit do roku 2020 podíl energie z OZE na 20% celkové spotřeby energie, z něhož 10% by měl tvořit podíl energie z OZE v dopravě. Převážná většina členských států EU by měla tyto své Národní akční plány pro OZE (*NREAP – National Renewable Energy Action Plan*) splnit, ba dokonce překonat. Celkový podíl všech členských států by měl dle NREAP dosáhnout 20,7% a podíl elektřiny z OZE by měl čítat 34,3% z hrubé konečné spotřeby. V této kapitole jsou uvedeny v grafické a tabulkové podobě národní akční plány instalovaných výkonů elektráren z OZE v jednotlivých státech EU. U některých zemí není uveden instalovaný výkon zdrojů z biomasy, protože daný stát tento údaj neuvádí. Každý stát se snaží zaměřovat zejména na vybrané OZE, jejichž využívání a potenciál je v dané zemi nejperspektivnější.

5.1 Belgie



Obr. 19 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Belgii. Převzato z [45]

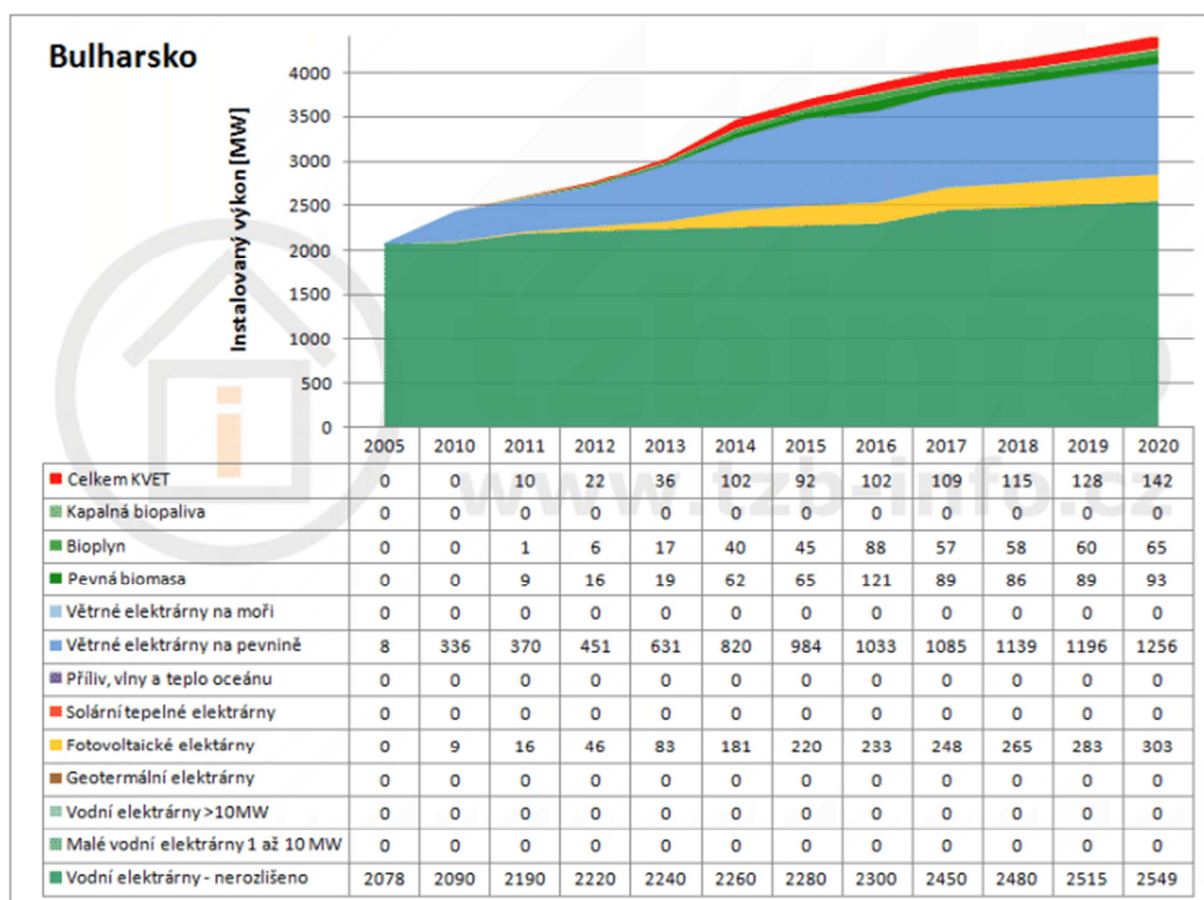
Ačkoliv situace ohledně slunečního záření je v Belgii sotva srovnatelná jako v ČR, je plánován širší rozvoj fotovoltaických elektráren. Dále má Belgie v plánu zajistit svůj slib na dosažení vyššího podílu OZE hlavně výstavbou větrných parků v pobřežním pásmu Severního moře. Náklady jsou však příliš vysoké, efektivnost zatím docela nízká a veřejnosti včetně podnikatelských subjektů se nelíbí přijmout zvýšení cen veškeré energie, aby byly garantovány vyšší ceny obnovitelné energie. Belgie je veliký dovozce elektrické energie (10%) a předpokládá, že bude dovážet i energii z OZE, která se bude rovněž započítávat do celkového plánovaného 13% podílu (ten totiž nepočítá na základě výroby energie, nýbrž energetické spotřeby).

Belgie má zpracovány 3 projekty na vybudování větrných farem na belgickém pobřeží, které by měly po úspěšném dokončení z poloviny plnit konečný stanovený cíl podílu OZE: [46]

- C-Power – Výstavba 60 větrníků. Investice v objemu 900 mil. € a o celkovém výkonu 300 MW. Roční produkce elektřiny je odhadována na 1000 GWh, představující spotřebu 255 tisíc domácností.

- Eldepasco – Projekt výstavby 36 větrníků ve vzdálenosti 35 km od pobřeží o výkonu 216 MW. Roční výroba farmy se odhaduje na 735 GWh.
- Belwind – Výstavba ve vzdálenosti 46 km od pobřeží v oblasti Zeebrugge. Investice v objemu 900 mil. € o výkonu 330 MW s roční produkcí 1,2 TWh, představující spotřebu 330 tisíc domácností.

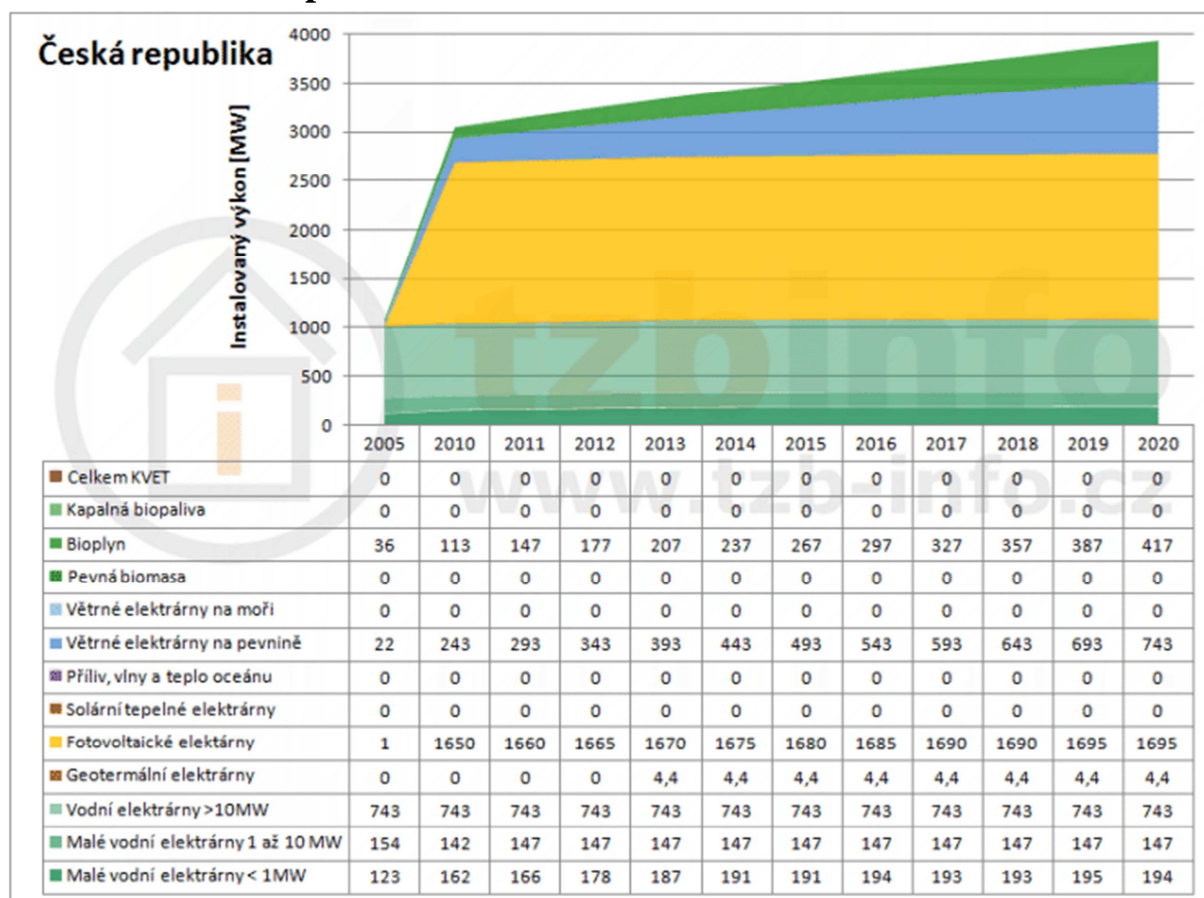
5.2 Bulharsko



Obr. 20 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Bulharsku. Převzato z [45]

Energetická skladba v Bulharsku je docela pestrá. Můžeme říci, že spotřeba energie je rovnoměrně rozložena do všech typů energetických zdrojů, přičemž největší podíl mají pevná paliva. Podíl obnovitelných zdrojů energie v Bulharsku je poměrně slušný, v roce 2011 dosahoval 7%. Největší význam z OZE má vodní energie, která přispívá téměř 100% k výrobě elektrické energie z OZE. V poslední době byl zaznamenán velký růst větrných elektráren. Velkým potenciálem v Bulharsku bude nadále energie vodní a biomasa, která nyní nese velký podíl na spotřebě obnovitelné energie. Dále se uvažuje rozšíření větrných elektráren.

5.3 Česká republika

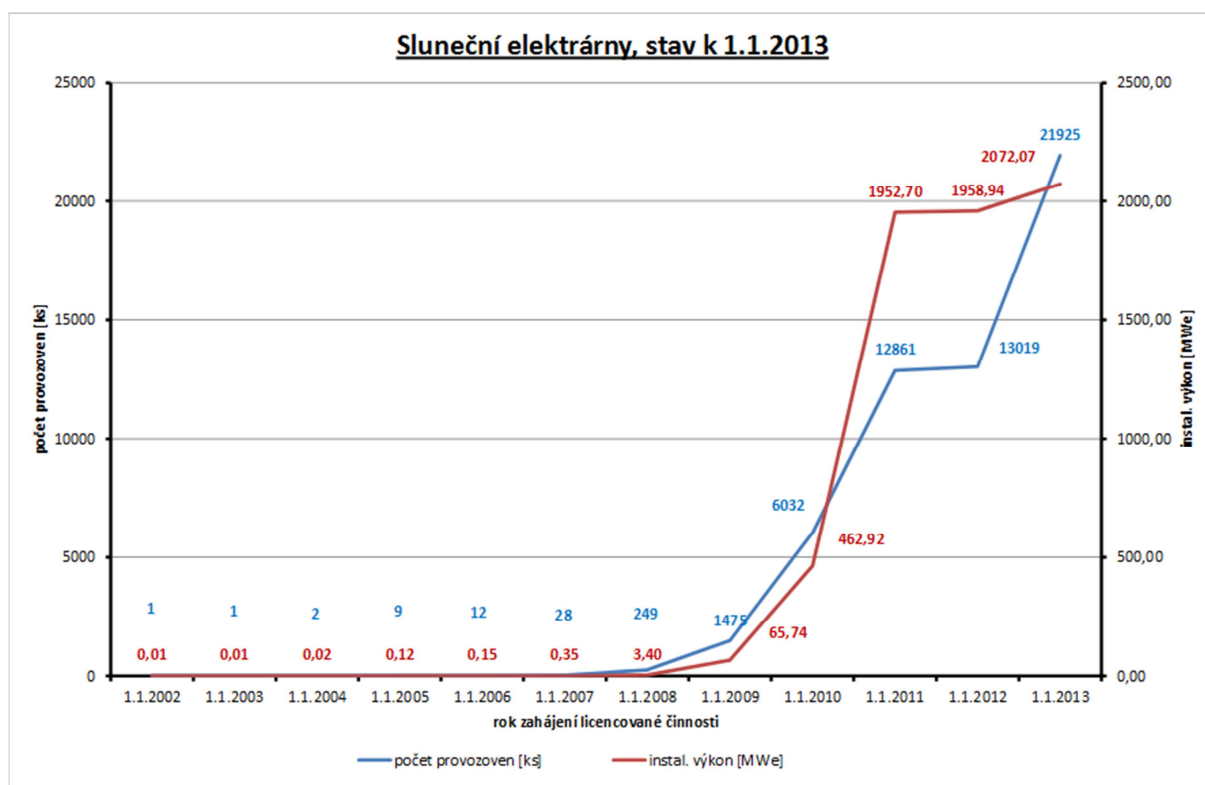


Obr. 21 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v České republice. Převzato z [45]

Česká republika se řadí v EU mezi země, které nejsou příliš závislé na dovozu energie, což se o většině ostatních států říci nedá. ČR se vyznačuje především velkým podílem pevných paliv (uhlí) na celkové spotřebě energie. Česko je také čistým vývozcem elektrické energie a to dokonce i elektrické energie z OZE, jejichž podíl v porovnání s celou EU je podprůměrný. Potenciál využívání OZE zkoumá řada institucí, která odhaduje i vyšší investičních nákladů.

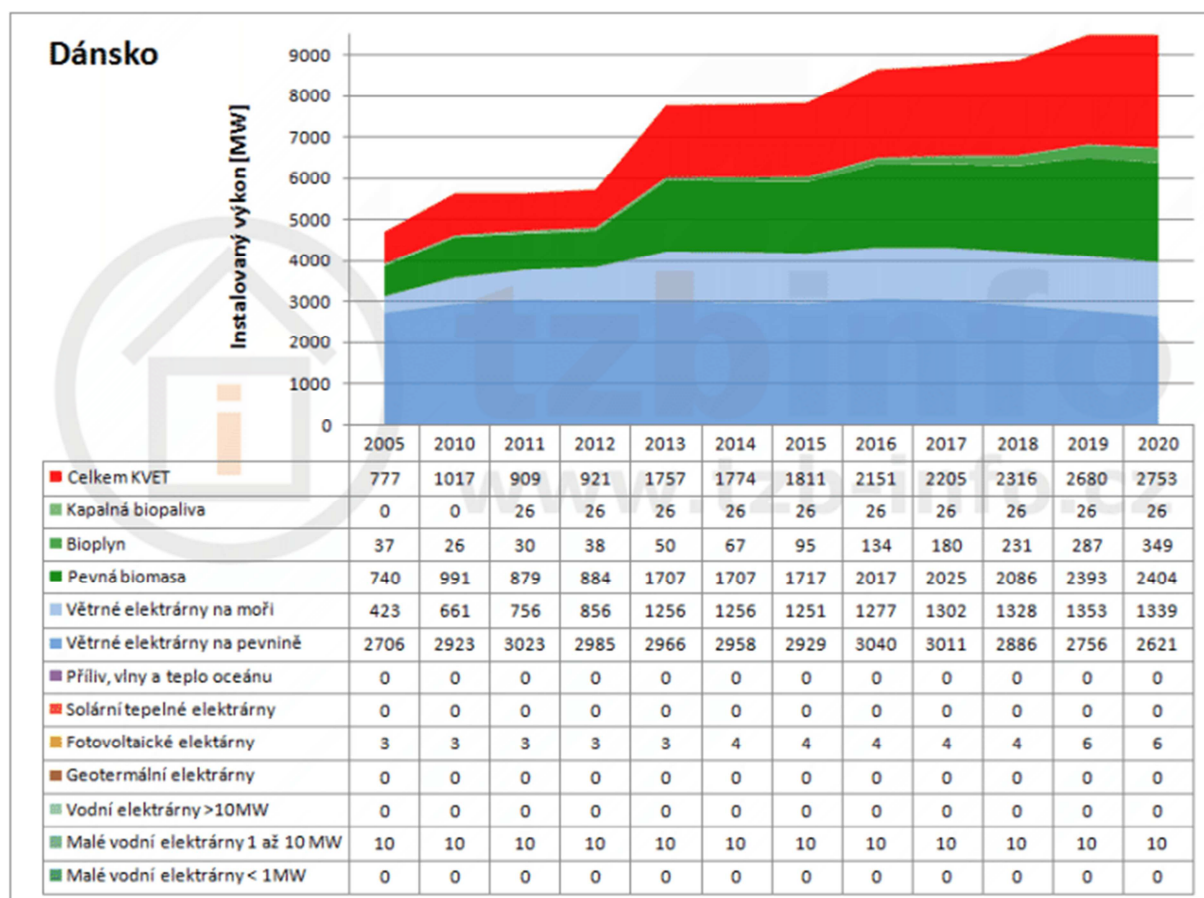
Přírodní podmínky pro využití sluneční energie jsou v ČR uspokojivé, i přestože nejvíce sluneční energie k nám dopadá v létě, kdy je její potřeba nejmenší a během roku sluneční energie velmi kolísá. Podmínky pro biomasu jsou taktéž vhodné. Potenciál biomasy se odhaduje na 9-12,5 milionů tun suché hmoty za rok. Ve výše uvedeném obrázku (*Obr. 21*) chybí informace o instalovaném výkonu zařízení spalující biomasu, protože celková výroba elektřiny z biomasy je vyšší než u bioplynu. Podmínky pro větrnou energii již tak příznivé nejsou. Na většině území se nedosahuje ani minimální požadované rychlosti větru (4 m/s). Nejvhodnější místa pro využití energie větru se nacházejí v horských oblastech. Potenciál pro vybudování nových vodních děl je v ČR téměř vyčerpán, poněvadž nová realizace vyžaduje obrovské investice a zabor plošné půdy. Navíc naše řeky nemají potřebný průtok a spád.

Nejdiskutovanější problematikou v ČR je v rámci OZE za poslední léta fotovoltaika. V letech 2009-2011 zažila Česká republika tzv. solární boom. V roce 2010 překročil počet fotovoltaických elektráren 10 000 a jejich výstavba v té době nadále pokračovala ve vysokém tempu. Tento prudký vzestup solárních elektráren souvisel převážně s vysokou státní podporou, která byla pro investory velmi výhodná. Kvůli tomuto trendu však hrozilo v následujících letech značné zdražení elektřiny a to podle některých propočtů až o desítky procent. Vláda proto přijala některá opatření, která tomuto zdražení zabránily. Zavedlo se například zdanění solárních elektráren, tzv. solární daň, která se pochopitelně řadě investorů nelíbí. Zavedlo se zvýšení poplatků za zabránění zemědělské půdy pro solární zdroje. Dále se znatelně snížily výkupní ceny. Pro solární elektrárny s výkonem nad 100 kW připojených od ledna 2011 se výkupní cena snížila o více než polovinu, tedy z loňských 12150 Kč za MWh na 5500 Kč za MWh. Na konci ledna 2011 skončila v České republice podpora velkých fotovoltaických elektráren stavěných na zemědělských oblastech. Do té doby bylo instalováno a připojeno do sítě přibližně 12860 provozoven o celkovém výkonu cca 1950 MW. Nadále je však povoleno stavění menších fotovoltaických systémů na střeších domů. Vše názorně zobrazuje následující graf, viz *Obr. 1.*, kde je rovněž přehledně vidět, že samotný instalovaný výkon do současné doby příliš nezměnil, zatímco počet provozoven vzrostl téměř dvojnásobně. Stav k 1.1.2013 čítá 21925 provozoven s celkovým instalovaným výkonem 2072 MW.



Obr. 22 Změny počtu solárních elektráren a jejich výkon v posledních letech. Převzato z [47]

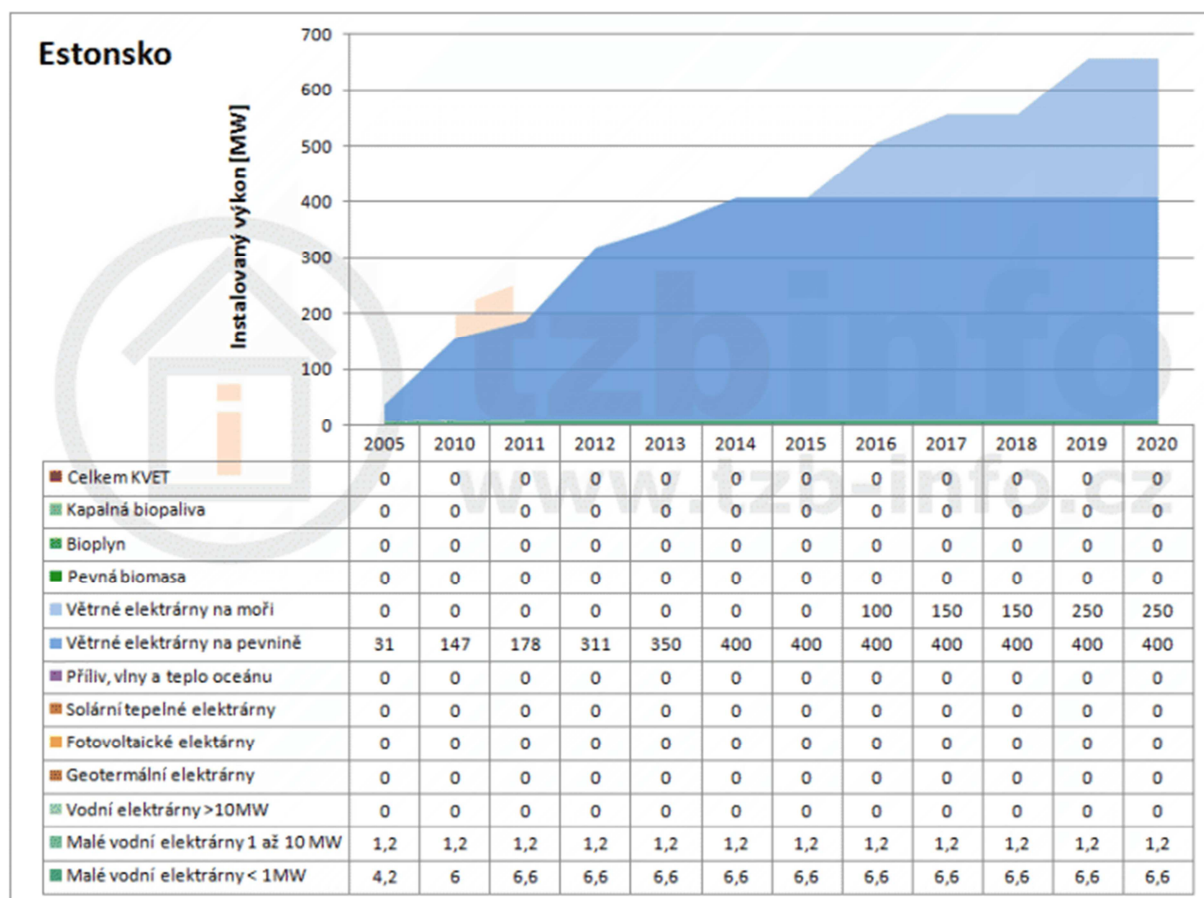
5.4 Dánsko



Obr. 23 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Dánsku. Převzato z [45]

Největšího podílu na spotřebě energie nese v Dánsku ropa. Význam OZE se však neustále zvyšuje. Největší zásluhou se na tom podílí využití biomasy, zejména dřevo a sláma. Velký vliv má také energie větru. Ve výrobě elektřiny dominují větrné elektrárny. Do budoucna je v Dánsku ale plánován mírný pokles instalovaného výkonu větrných elektráren na pevnině kompenzovaný růstem instalovaného výkonu na moři. Roční využití výkonu je u moderních zařízení vyšší a stejně tak se předpokládá vyšší využití výkonu u elektráren vybudovaných na moři. Roční výroba elektrické energie z větru se bude v Dánsku zvyšovat. Značný nárůst je v Dánsku plánován i u kombinované výroby elektřiny a tepla a výroby elektřiny z biomasy. Pokud jde o produkci energie, Dánsko se zřeklo používání jaderných zdrojů a k výrobě tepla a elektrické energie využívá ropu, zemní plyn, uhlí (z dovozu), biomasu a obnovitelné zdroje (hlavně vítr). Pevná paliva, ropa a zemní plyn se na celkové dodávce energie podílí cca 83 %, obnovitelné a geotermální zdroje cca 17 %. Dánsko je dlouhodobě energeticky nezávislé a je čistým vývozcem energie. Do roku 2050 chce Dánsko být energeticky nezávislé na fosilních palivech.

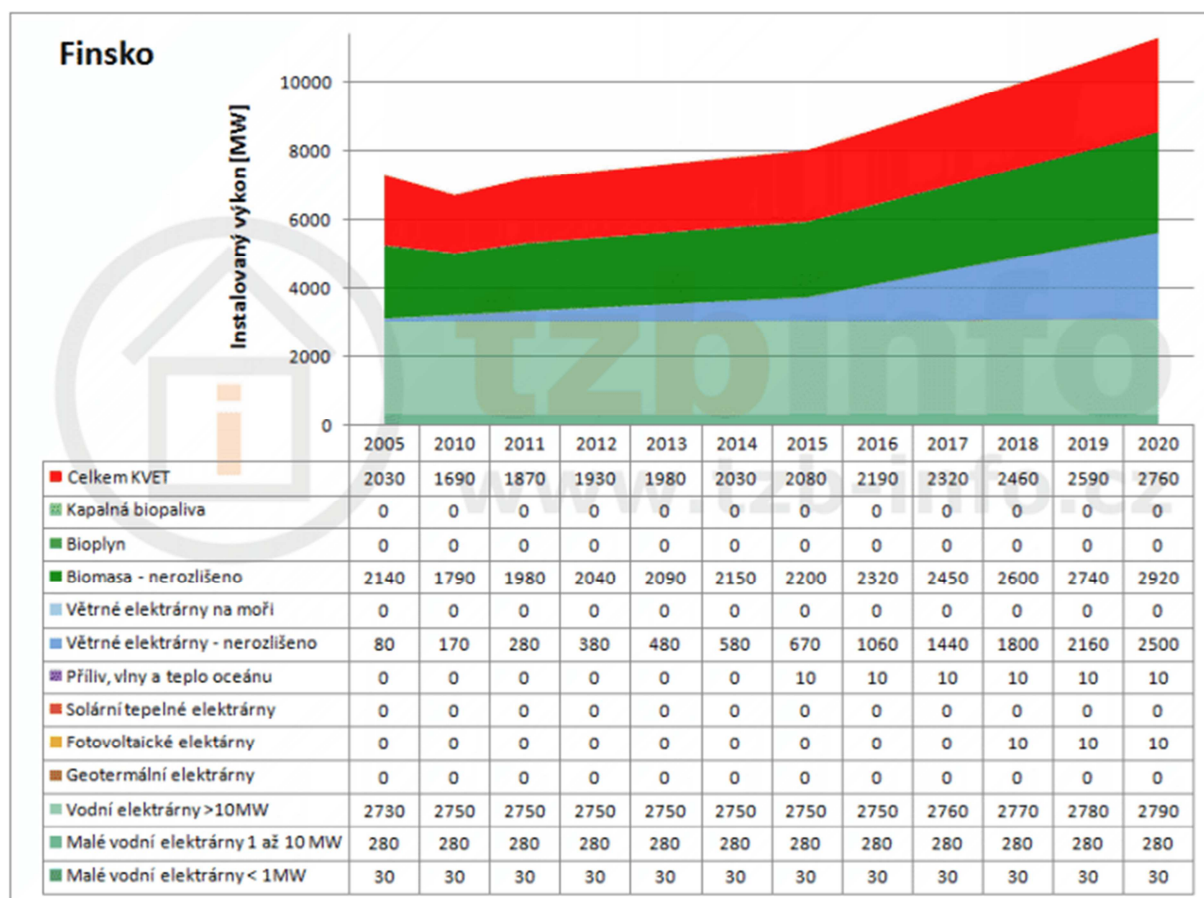
5.5 Estonsko



Obr. 24 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Estonsku. Převzato z [45]

Estonsko nemá vlastní zdroje ropy ani zemního plynu. V energetickém mixu převládalo uhlí. Na spotřebě energie se podílelo více jak 50% a na výrobě elektrické energie téměř 90%. Podíl obnovitelných zdrojů v Estonsku nebyl v minulosti téměř vůbec rozšířen. Hlavním primárním domácím zdrojem energie je živičná břidlice (oil shale). Dalšími zdroji energií je rašelina a dřevo (15 % domácích zdrojů primární energie). U energetické spotřeby z OZE tak jednoznačně dominuje biomasa. Na výrobě elektřiny se nejvíce podílí větrné elektrárny, s nimiž se počítá i do budoucna. Podíl obnovitelných zdrojů v Estonsku činil v roce 2010 13,5%. Podobně jako v České republice a několika jiných státech není v NREAP Estonska uveden instalovaný výkon elektráren na biomasu. S jejich rozvojem se však počítá. Využití biomasy je plánováno výhradně v kombinované výrobě elektřiny a tepla, která rovněž není v tabulce instalovaného výkonu uvedena.

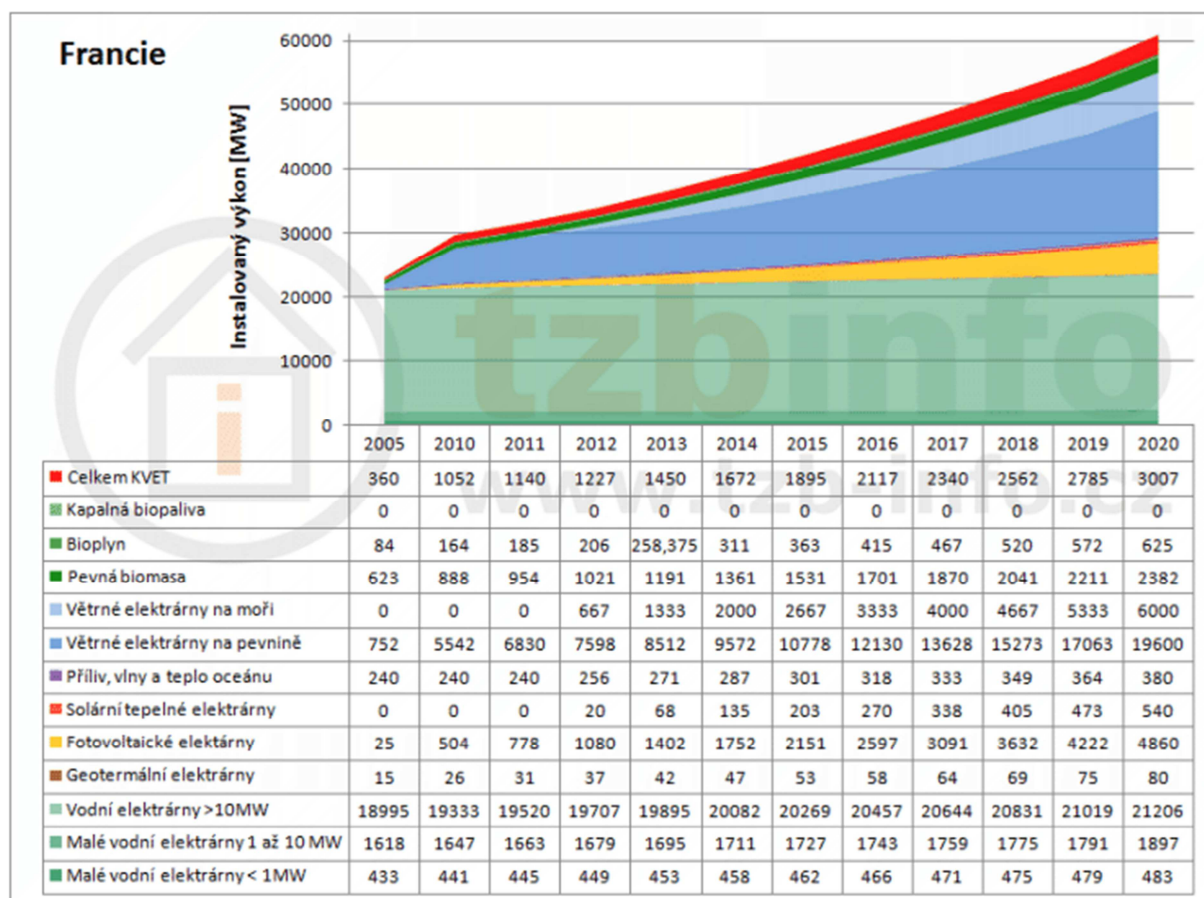
5.6 Finsko



Obr. 25 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren ve Finsku. Převzato z [45]

Energetická skladba ve Finsku je celkem pestrá. Můžeme konstatovat, že žádný energetický zdroj výrazně nepřevládá. Možná bychom mohli jmenovat ropu, která se podílí na energetickém mixu 29%. Podíly zdrojů u výroby elektrické energie jsou ještě vyrovnanější. Podíl obnovitelných zdrojů na spotřebě energie činí přibližně 32%. Největšího významu má ve Finsku dřevo a různá paliva vyráběna ze dřeva, dále potom energie z větru a slunce. Můžeme říci, že převládá využití biomasy. Elektřina z OZE je vyráběna z poloviny za pomoci biomasy a z druhé poloviny pomocí vodních elektráren. Finsko vedle cca 50% přírůstku využívání biomasy (především dřeva pro vytápění) a kombinované výroby elektřiny a tepla plánuje díky příznivým podmínkám výrazný rozvoj větrných elektráren, které doposud nebyly v širší míře využívány. Potenciál vodní energie je dle všeho již vyčerpán a nepřipadá v úvahu.

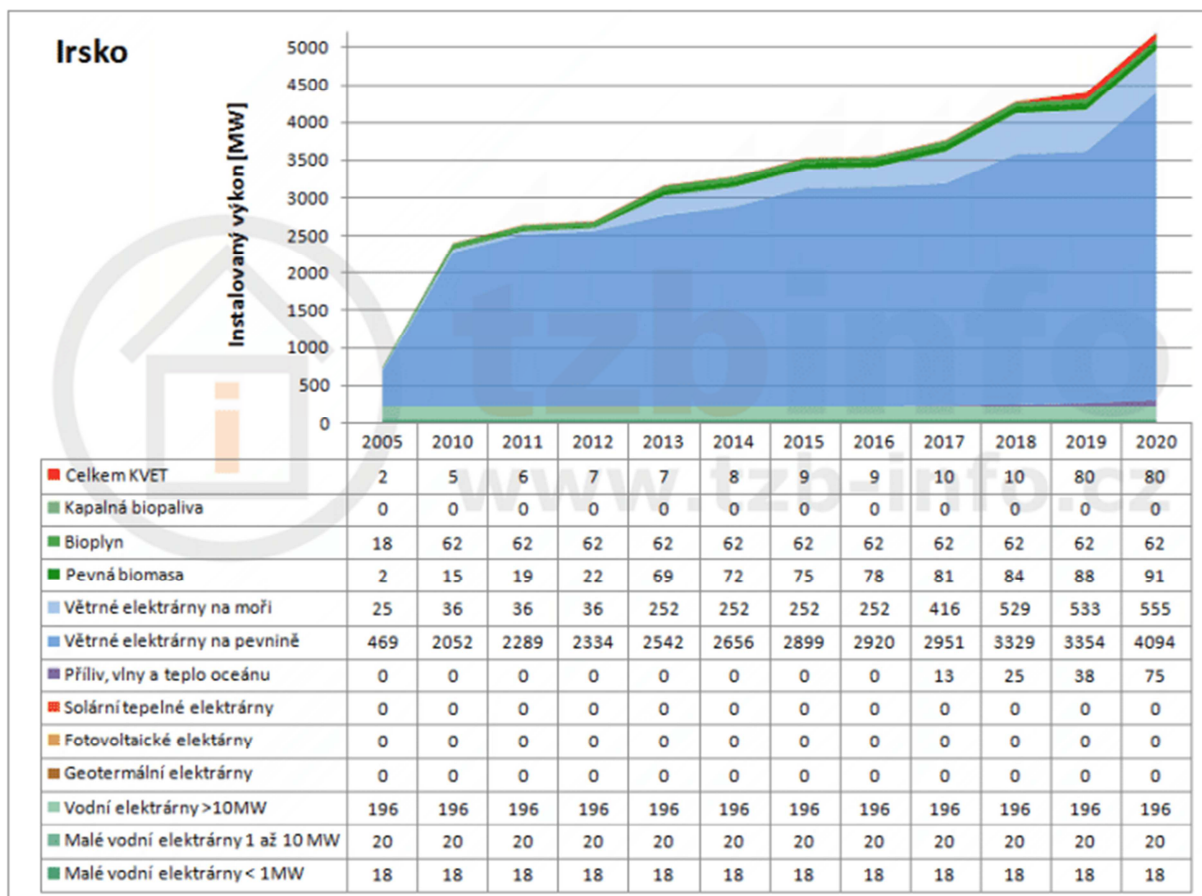
5.7 Francie



Obr. 26 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren ve Francii. Převzato z [45]

Francie je ze všech států Evropské unie závislá na jaderné energii. Francie nebyla velkým příznivcem obnovitelných zdrojů energie, naopak se spíše snažila přesvědčit ostatní státy EU, aby pohled na obnovitelné zdroje přehodnotila a zaměřila se spíše na energii jaderných reakcí. Podíl obnovitelných zdrojů ve Francii rozhodně ale není zanedbatelný. Největšího podílu zaujímají s přehledem vodní elektrárny, přičemž potenciál vodní energie se zdá být z větší míry vyčerpán. Francie také značně využívá větrnou energii (v roce 1996 byl přijat program na podporu energie větru). Dále lze jmenovat využívání biomasy a fotovoltaické elektrárny. Největšího rozvoje se očekává ve vybudování větrných farem. Ve Francii se vývojovou strategií obnovitelných zdrojů v současnosti zabývá společnost GDF Suez. Zkoumá možnosti využití vodní energie v oblastech Les Raz Blanchard (Basse Normandie) a v le passage du Fromveur (Bretaň), které představují 80% využití energetického potenciálu mořských proudů ve Francii. Cílem firmy GDF Suez je stát se rozhodujícím aktérem na trhu s obnovitelnou vodní energií do roku 2015.

5.8 Irsko

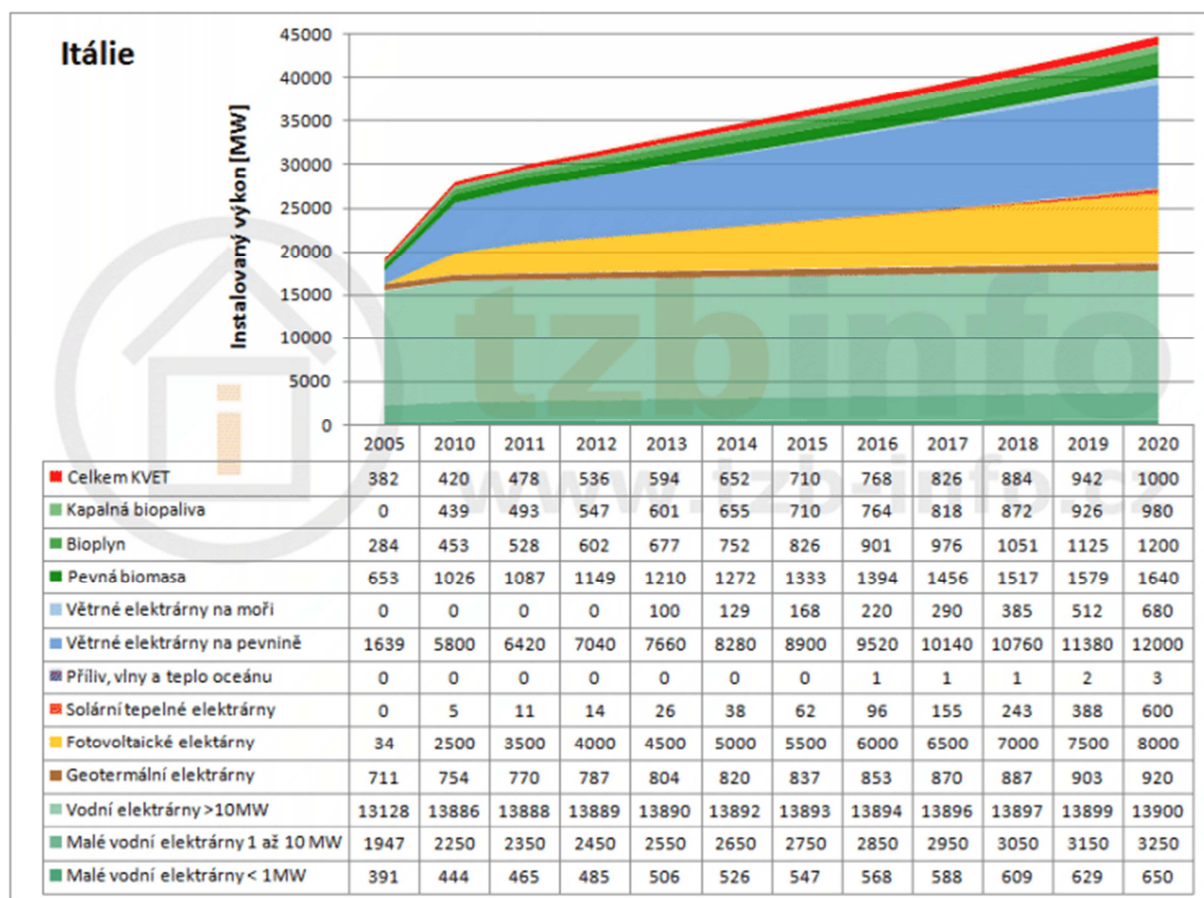


Obr. 27 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Irsku. Převzato z [45]

Energetický mix v Irsku vykazuje téměř 50% podíl ropy a 30% podíl zemního plynu na celkové spotřebě energie. Co se týče výroby elektrické energie, ta se vyrábí v Irsku téměř z poloviny v plynových elektrárnách a z cca 30% v uhelných elektrárnách. Na podílu obnovitelných zdrojů na spotřebě energie se podílí biomasa, větrná energie a energie vodní. Výroba elektřiny z OZE je zajišťována převážně ve větrných elektrárnách, ale také je patřičné zmínit elektrárny vodní.

Irská vláda prosazuje plán získávání cca 25 -30 % energie z obnovitelných zdrojů, tento cíl se zdá být až příliš ambiciózní a zatím se jí tomuto cíli přiblížit nedaří. Nadále se plánuje pokračování výrazného rozvoje větrných elektráren na zemi a částečně i na moři.

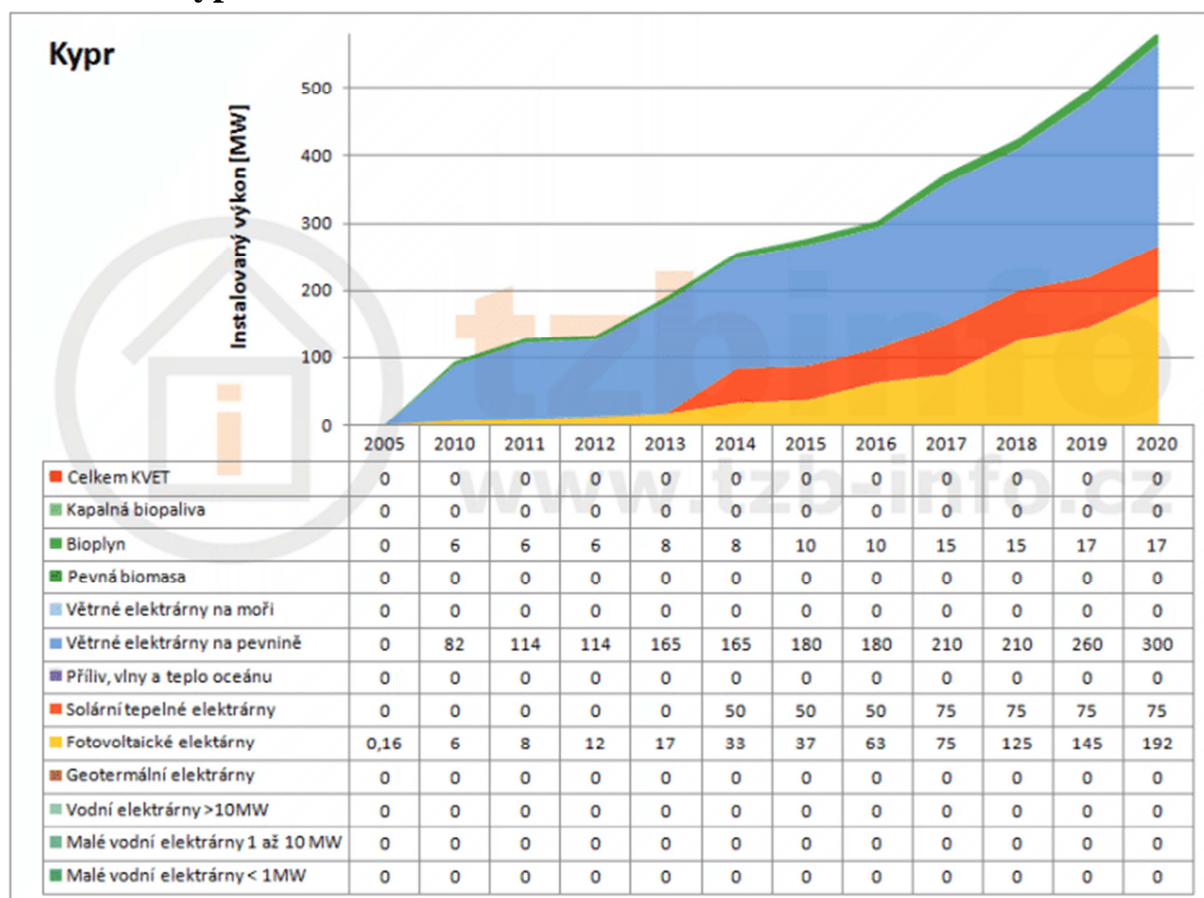
5.9 Itálie



Obr. 28 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Itálii. Převzato z [45]

Energetický mix v Itálii tvoří z více než 80% dovoz fosilních paliv (ropa a zemní plyn). Obnovitelné zdroje kryjí italskou energetickou spotřebu z více než 10%. Itálie má výborné podmínky k využití sluneční energie vzhledem ke své geografické poloze. Na využití OZE Itálie sází mimo jiné kvůli snížení své závislosti na dovozech energie. V dnešní době Itálie využívá obnovitelné zdroje ve velkém, chce se stát světovým lídrem v postupném opuštění fosilních paliv a v udržitelném rozvoji energetiky. V nedávné době bylo v Itálii zrušeno omezení instalovaného výkonu fotovoltaiky. Může tak nastat podobný vývoj jako ve Španělsku nebo České republice - po krátkém boomu v podstatě zastavení rozvoje, nebo bude regulace zvládnuta podobně jako v Německu, kde sice instalovaný výkon vzrostl rychleji, než bylo plánováno, nicméně rozdíl byl ještě přijatelný. Itálie již musela (stejně jako ostatní země, které se rozhodly přispívat na výrobu elektřiny z OZE) reagovat na propad cen fotovoltaických článků, který vedl k nežádoucímu nárůstu využívání veřejné podpory. Italská vláda přistoupila k postupnému snižování veřejné podpory a zároveň poukazuje na rozdíl mezi veřejnou podporou v EUR/MWh na příkladu 200 kW na budovu, která byla v Itálii o 93% vyšší než v Německu (v říjnu 2012). [46]

5.10 Kypr

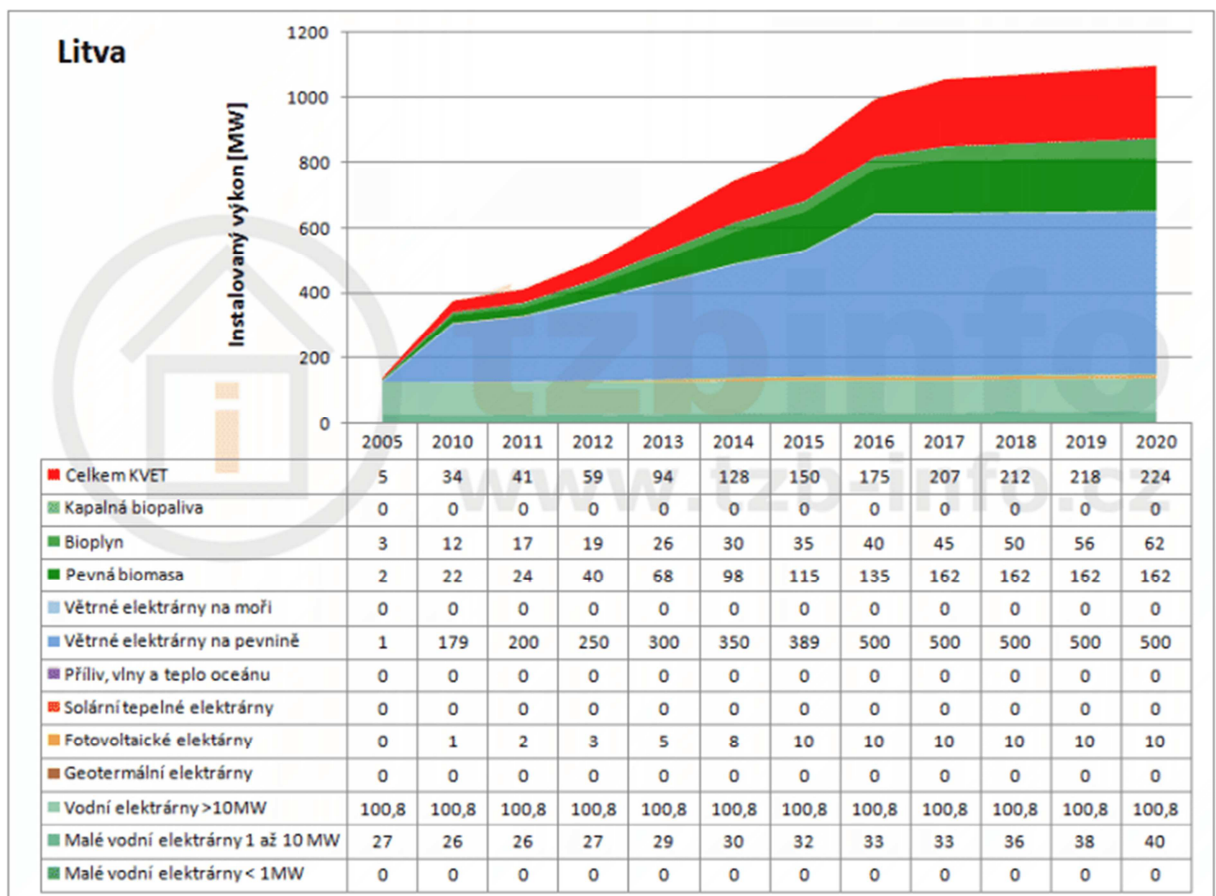


Obr. 29 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren na Kypru. Převzato z [45]

Kypr je stejně jako Malta ostrovní stát ve Středozemním moři a jejich závislost na dovozu energie je maximální. Kypr dováží téměř 100% veškerých energetických zdrojů, přičemž naprostou většinu tvoří ropa, které převládá ve všech ukazatelích. To dokládá také fakt, že Kypr není připojen na žádnou energetickou přenosovou soustavu (ropovod, elektrická síť) a je tudíž vskutku jen závislý na dovozu ropných produktů po moři. Pro představu průměrná závislost dovozu energetických surovin ostatních států činí cca 52%. Obnovitelné energetické zdroje jsou pak na Kypru jedinými domácími zdroji energie.

Mezi hlavní OZE na Kypru patří solární energie, větrná energie a výroba energie z biomasy. Kypr je jednou z vůdčích zemí ve využití solární energie pro ohřev vody, přičemž téměř každá domácnost je vybavena solárními panely (solární panely či kolektory pokrývají plochu větší než 750 000 m²). V roce 2009 bylo na Kypru instalováno 3,5MW fotovoltaických systémů, které vyrobily energii ve výši 58 ktoe. Do budoucna se plánuje převážně rozvoj větrné energie. V plánu jsou projekty o výstavbě 7 větrných elektráren. První větrný park s kapacitou 82 MW zahájil svou činnost začátkem roku 2011. Doposud probíhá výstavba větrných elektráren v oblasti Agia Anna, Koshi, Psevda, Mari a dalších. [46]

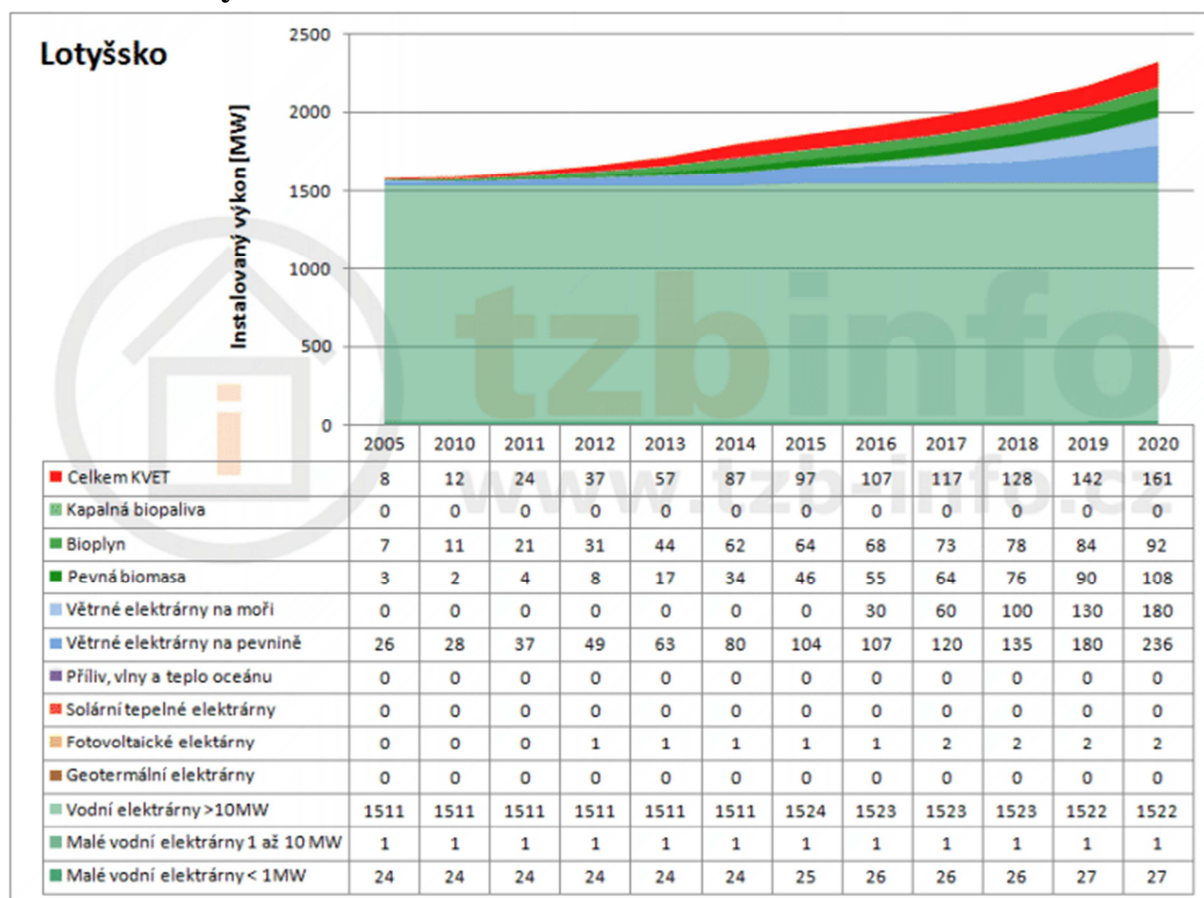
5.11 Litva



Obr. 30 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Litvě. Převzato z [45]

Energetická skladba v Litvě na sebe nijak obzvlášť neupozorňuje. Spotřeba energie je kryta poměrně rovnoměrně. Podíl obnovitelných zdrojů energie je velmi slušný. V současnosti se v Litvě vyrábí z obnovitelných zdrojů (zejména dřevo) přibližně 10% tepelné energie. Na celkové spotřebě energie z OZE se jednoznačně podílí biomasa a na veškeré výrobě elektřiny z obnovitelných zdrojů pak vodní energie. Kromě biomasy, větrné energie a vodné energie Litva nemá jiné energetické zdroje. 40% země je pokryto lesy. Vodní energie je využívána především v přečerpávací elektrárně Kruonis. Vzhledem k požadavkům EU a růstu cen zemního plynu se Litva zavázala ke splnění 23% podílu OZE do roku 2020. Budoucí potenciál Litvy lze zaznamenat ve větrných elektrárnách. Na rozdíl od sousedního Estonska se však neuvažuje s výstavbou větrných elektráren na moři. Využití biomasy je uvažováno výhradně v kombinované výrobě elektřiny a tepla. Litva počítá s investicemi do biomasy a větrné energie především od investorů ze Skandinávie. Vítr je již využíván v parku elektráren v oblasti Palangy. V současné době probíhá územní řízení pro případnou výstavbu dalších „větrníků“. Využití sluneční energie vzhledem ke geografické poloze a k atmosférickým podmínkám se neuvažuje.

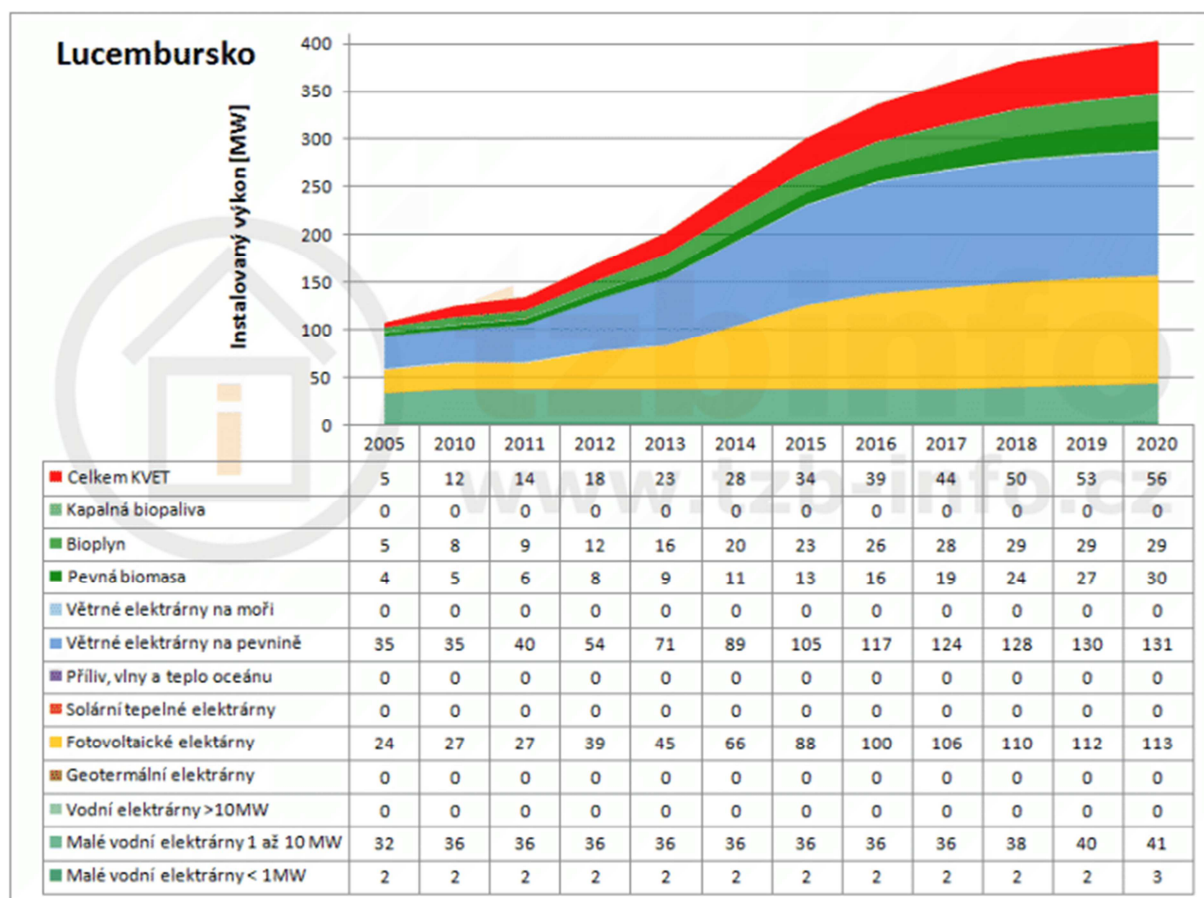
5.12 Lotyšsko



Obr. 31 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Lotyšsku. Převzato z [45]

Lotyšsko patří mezi vůbec nejrozvinutější země v EU v oblasti využívání obnovitelných zdrojů energie, z nichž pochází v dnešní době v Lotyšsku přibližně téměř 33% na konečnou spotřebu energie a více než polovina na domácí produkce elektřiny. Alternativy vůči fosilním palivům jsou pro Lotyšsko v posledních letech klíčovým tématem nejen kvůli rostoucím cenám ropy a plynu na světových trzích, ale zejména z důvodu silné závislosti země na dovozu energetických zdrojů, které dosahují až 65%. Požadovaný cíl Lotyšska je podílet se do roku 2020 na obnovitelných zdrojích energie 40%, což se dá považovat za ne zrovna snadno splnitelný cíl. Vysoký potenciál Lotyšska by se dal očekávat ve využití energie z vodních děl, nicméně dle mezinárodních studií je již potenciál této vodní energie prakticky vyčerpán. Největšího využití se tak v budoucnosti dočkají větrné elektrárny a biomasa (dřevo). Lesy v Lotyšsku pokrývají zhruba 3 milióny hektarů, což je 42% celkové rozlohy státu. Dalšími možnými alternativy by mohl být také bioplyn či rašelina. Státní podpora využití OZE může mít rovněž formu přímých investičních grantů, avšak komplexnější systém pro podporu využití OZE by Lotyšsko mělo teprve definovat.

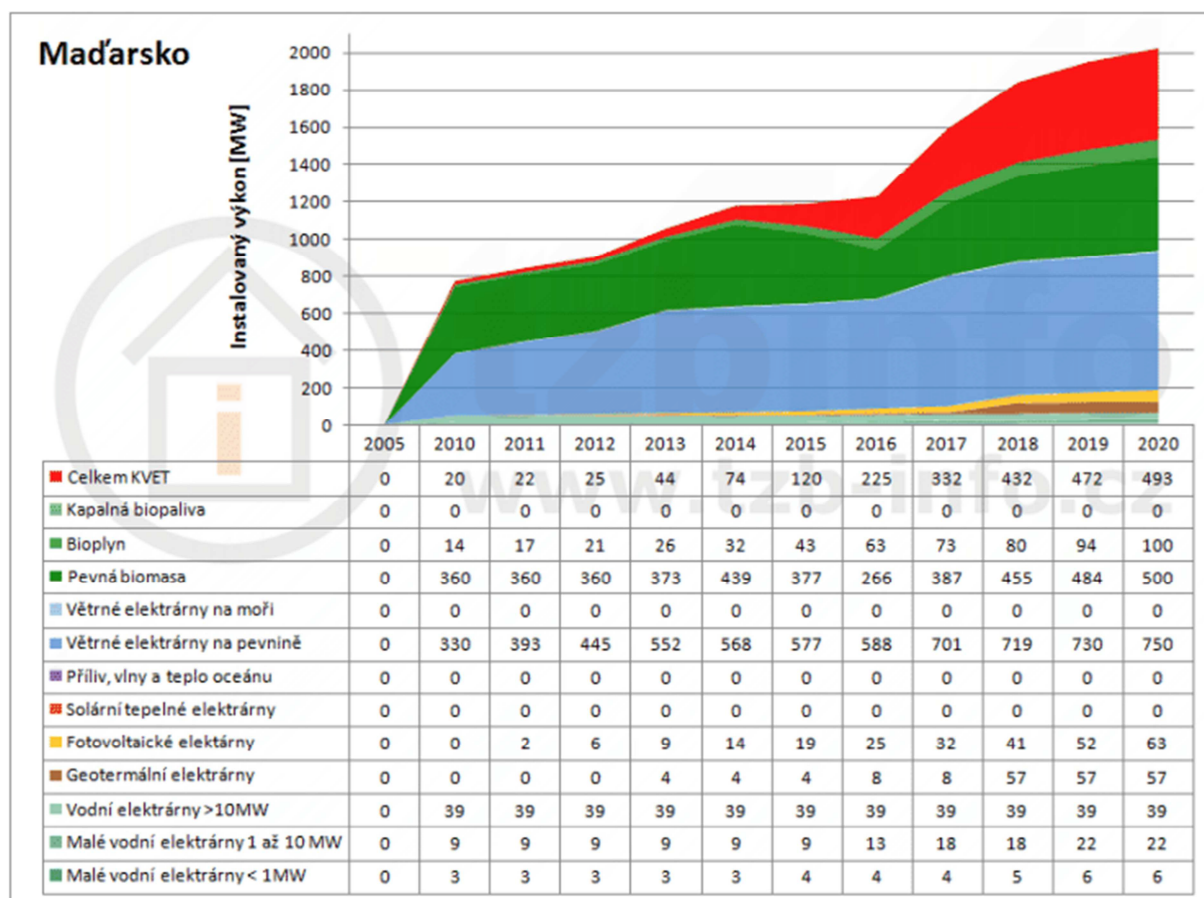
5.13 Lucembursko



Obr. 32 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Lucembursku. Převzato z [45]

Lucembursko se vyznačuje tím, že je obrovským dovozcem potřebné energie ze zahraničí. Podíl čistých dovozů je cca 98%, přičemž v největší míře se dováží rop (64%). Podíl obnovitelné energie na celkové spotřebě činil v roce 2010 zhruba 3%. Na tomto podílu se z největší části podílí biomasa. Cíl Lucemburska je splnit podíl obnovitelných zdrojů energie do roku 2020 na 11%. Lucemburská vláda si také nechala vypracovat studii, při které se prokázal reálný produkční potenciál za nedostatečný ke splnění požadovaného cíle. Ovšem i tak se podaří tento podíl zvýšit na cca 8,9% na celkové spotřebě energie a 6,6% na spotřebě tepla. Nyní je v Lucembursku nejvíce využívána vodní energie (952 GWh), přičemž největší zásluhu mají přečerpávací elektrárny. V menším měřítku je dále využívána solární energie, větrná energie a výroba na bázi bioplynu. Rozvoj solárních a větrných elektráren se do budoucna zvažuje. Lucembursko také vstoupilo mezi země, které plánují vybudování parku větrných elektráren v Severním moři, přičemž nadbytečná elektrická energie má být využita v lucemburské přečerpávací vodní elektrárně Viandem, která je jedna z největších v Evropě.

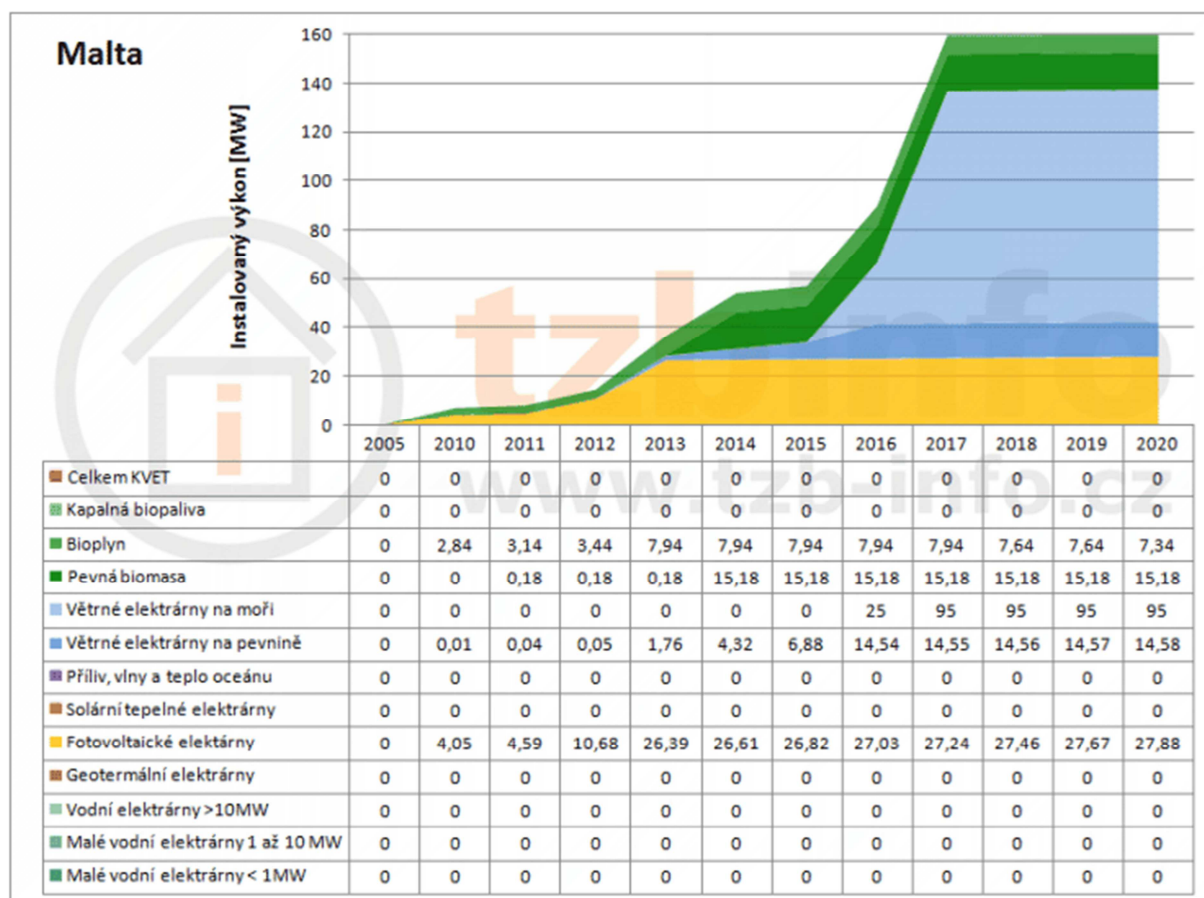
5.14 Maďarsko



Obr. 33 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Maďarsku. Převzato z [45]

Maďarsko má podíl obnovitelných zdrojů na spotřebě energie vyšší než podíl obnovitelných zdrojů na výrobě elektrické energie, podobně jako u Estonska. Cílem Maďarska je zvýšit podíl výroby energie z obnovitelných zdrojů do roku 2020 na 13%. Stát plánuje vytvoření systému podporujících využívání OZE, ale také chce zvýšit i podíl jaderné elektrické energie na spotřebě primárních energií. V roce 2010 byl podíl OZE na spotřebě energie cca 8,7% a dosáhly tak cca 2 miliony toe. V uplynulém desetiletí došlo k výraznému nárůstu ve využívání pevné biomasy, zejména dřevo a zemědělský odpad, které činily tři čtvrtiny z celkových dodávek z OZE. Maďarsko chce nadále zvyšovat zejména výrobu energie z biomasy, dále pak z geotermální energie a bioplynu. Podíl větrných a vodních elektráren je zatím zanedbatelný, ovšem do budoucna se počítá s rozšířením těchto zdrojů. Dle vládní strategie Maďarska se očekává vytvoření 400MW kapacity elektráren na biomasu, ovšem nárůst soukromých investic do elektráren na biomasu se předpokládá až po roce 2014.

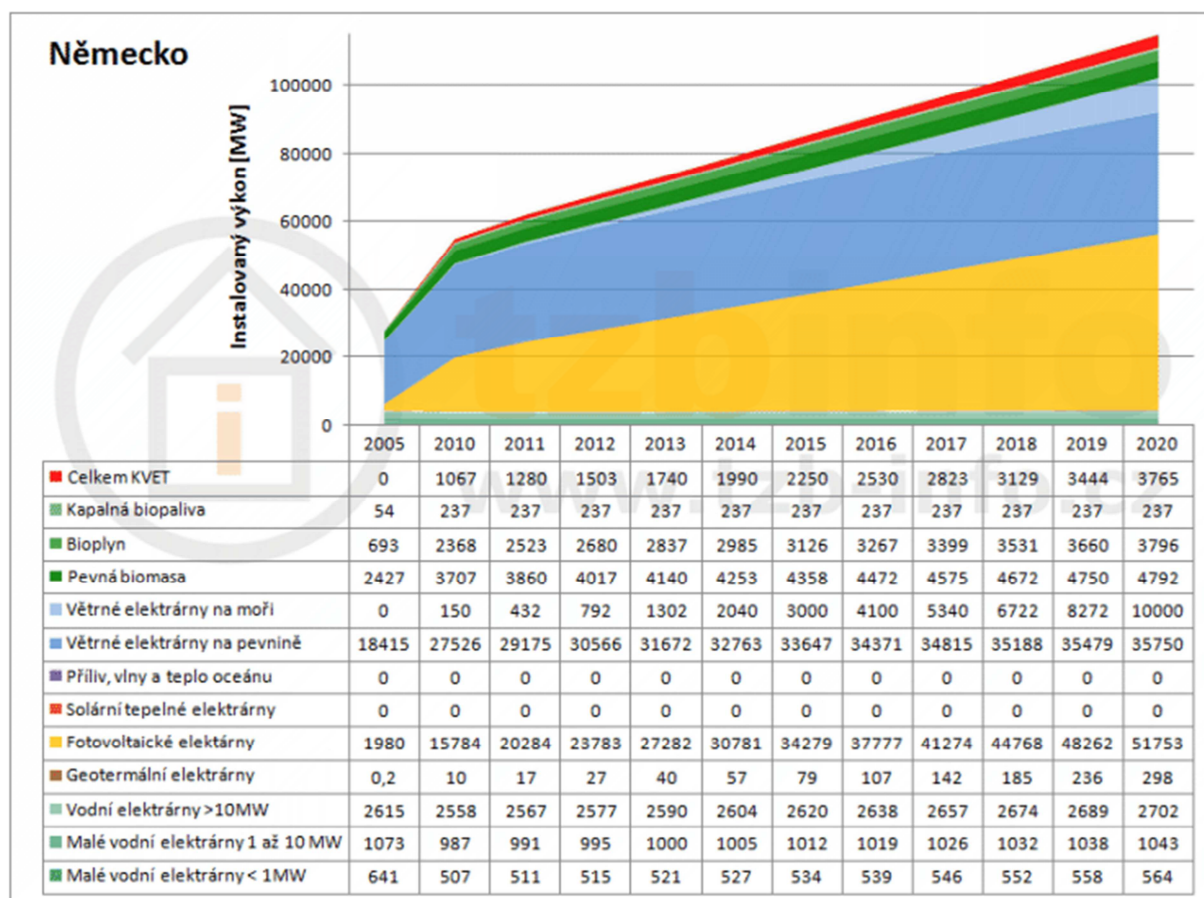
5.15 Malta



Obr. 34 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren na Maltě. Převzato z [45]

Situace Malty v oblasti využití energie je srovnatelná jako na Kypru. Malta je rovněž středomořským ostrovním státem, který veškerou energii dováží, a sice v podobě ropy, která je jediným využívaným energetickým zdrojem státu. Do budoucna však Malta plánuje vzhledem ke vhodným atmosférickým podmínkám vyrábět elektřinu pomocí fotovoltaických elektráren, později také z biomasy a díky vhodným podmínkám ostrovního charakteru také z větrných elektráren. Kvůli menší rozloze Malty je ale výstavba větrných elektráren nepravděpodobná. Přestože v současnosti je podíl OZE zanedbatelný, v roce 2020 bude srovnatelný s Českou republikou. V poslední době bylo již realizováno několik projektů v rámci využití OZE. Byla nainstalována solární zařízení v oblastech Sliema, Bugibba a větrná elektrárna Vendome dodávající zatím maximálně 60 kWh denně, což je téměř zanedbatelný výkon.

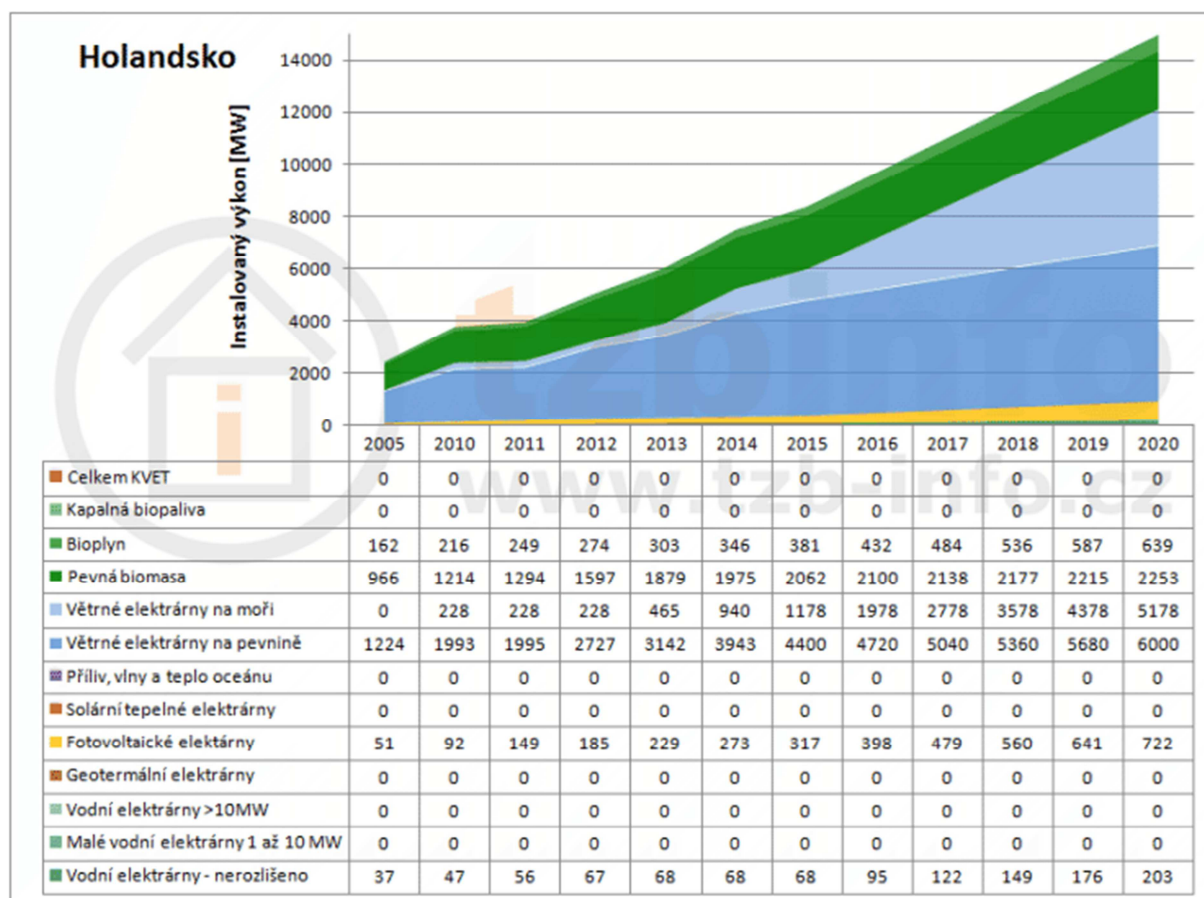
5.16 Německo



Obr. 35 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Německu. Převzato z [45]

Německo je už po delší dobu jedním z předních lídrů rozvoje a vývoje obnovitelných zdrojů energie (především solární a větrné energie). Patří k zemím, kterým se daří podíl obnovitelných zdrojů neustále zvyšovat a to jak na spotřebě energie, tak i na výrobě elektřiny. Ovšem podíl OZE 11% (za rok 2010) na celkové spotřebě energie se zdá být spíše podprůměrný. To je dáno celkovou spotřebou Německa, která má největší spotřebu energie v celé Evropské unii. Německo bývá velmi často nazýváno jako solární velmoc. Ačkoliv geografické a klimatické podmínky ve srovnání např. se Španělskem nejsou zrovna ideální, obrovské množství menších instalací počínaje rodinnými domy, přes průmyslové objekty až po solární parky je neuvěřitelné. Nachází se v něm jedny z největších fotovoltaických elektráren v Evropě. Výkupní ceny elektřiny z fotovoltaických elektráren jsou v Německu sice nejnižší v celé EU a budou pravděpodobně ještě mimořádně sníženy. Přesto se do budoucnosti nadále plánuje udržet rychlý rozvoj fotovoltaiky a udržet tak výrazný nárůst výroby. Ve větrné energetice je plánován přednostně rozvoj instalací na moři. Významným zdrojem je také biomasa. Podíl ostatních zdrojů na instalovaném výkonu je velmi malý. Německo chce také do roku 2022 uzavřít všechny své jaderné elektrárny.

5.17 Nizozemsko

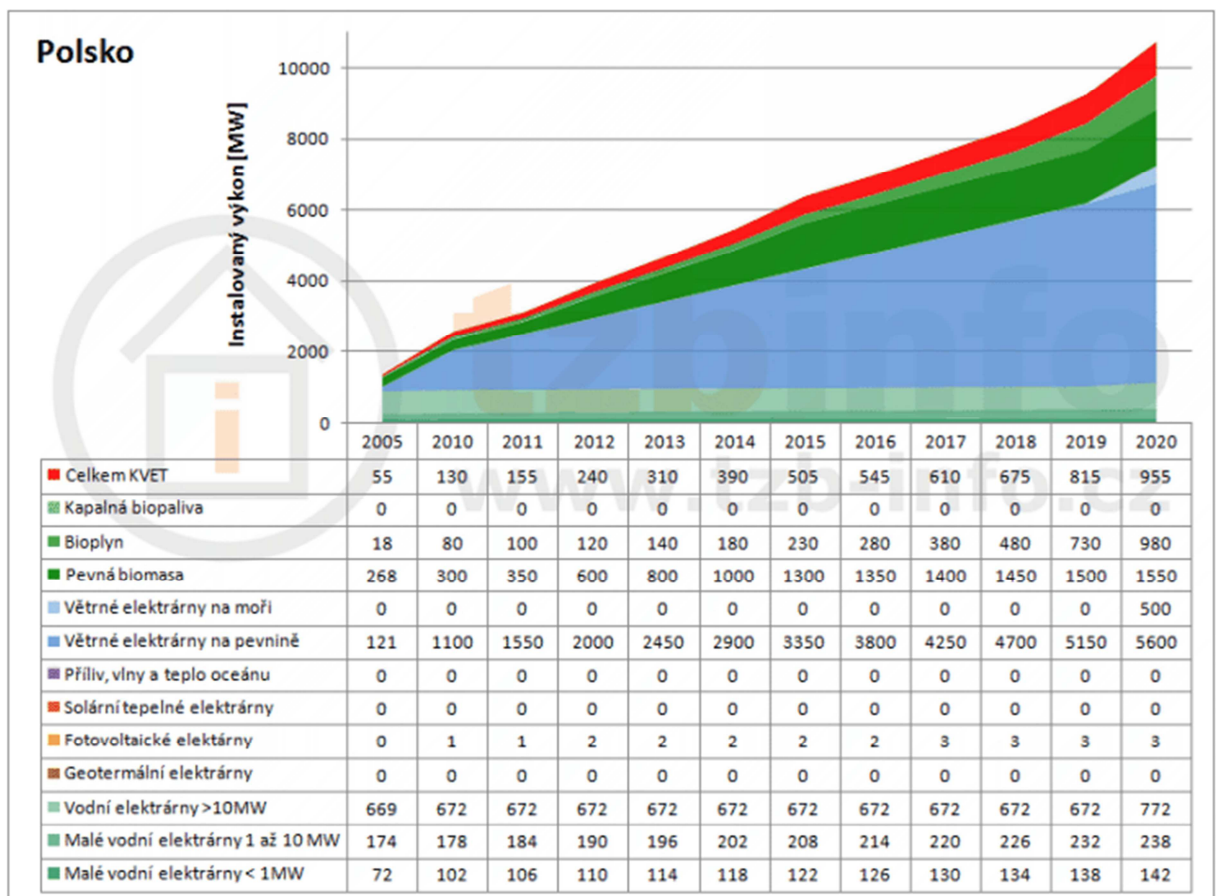


Obr. 36 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Nizozemí. Převzato z [45]

Nizozemsko se dnes hlásí k podílu obnovitelných energií na energetickém mixu země ve výši 14% v roce 2020 (původně 20%). Nizozemská vláda také plánuje vzhledem ke stávající ekonomické krizi razantní snížení státních dotací na rozvoj obnovitelných energií. Firmám zainteresovaným na rozvoji obnovitelných energií se tento plán vlády samozřejmě nelíbí a přirozeně jej kritizují. Předmětem kritiky je nejen fakt, že se omezují vládní dotace, ale též neexistence dlouhodobé vize rozvoje obnovitelných energií v Nizozemsku. Dotační fond na rozvoj obnovitelných energií pracuje totiž pouze s ročním rozpočtem a bez záruky jaký bude rozpočet na následující rok. To je pravděpodobně jednou z příčin proč podíl obnovitelných zdrojů energie na energetické skladbě státu čítá v současné době pouze 4%.

Z obnovitelných zdrojů nese velký podíl biomasa a to jak na straně spotřeby energie, tak i na výrobě elektřiny z OZE. Přesným opakem je vodní energie. Není se ovšem čemu divit, nýbrž Nizozemsko má výborné podmínky pro pěstování biomasy a naopak naprosto nevhodné podmínky pro využití vodních elektráren. Potenciál Holandska patří k zemím s největším důrazem na rozvoj větrných elektráren na moři. Plánován je však i růst využívání biomasy.

5.18 Polsko

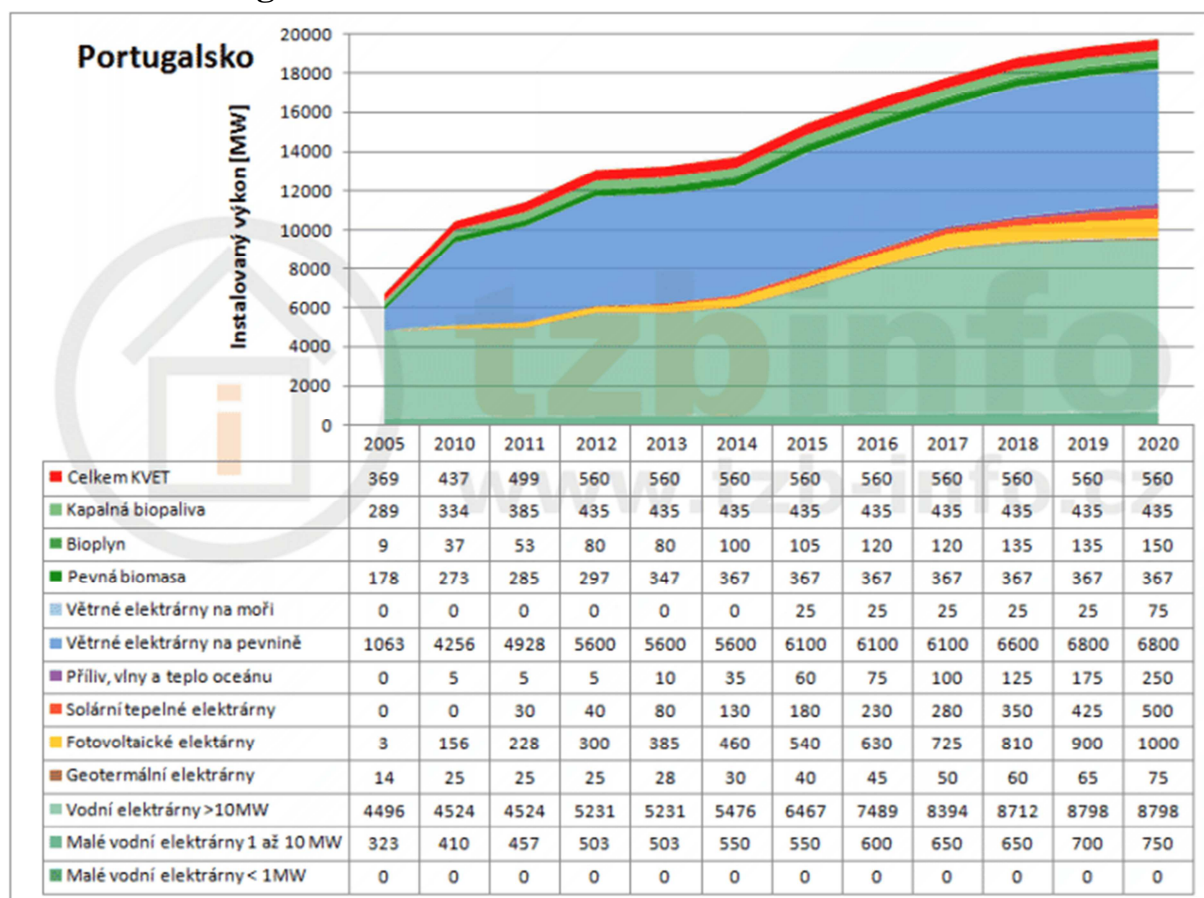


Obř. 37 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Polsku. Převzato z [45]

Polsko se zavázalo ve shodě s předpisy Evropské unie zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie na energetickém mixu na 15% do roku 2020. Význam OZE je v Polsku rozvíjen už od 90. let minulého století. Největší výroba elektřiny je však stále vyprodukována z uhelných tepelných elektráren. Uhlí se podílí více než z poloviny na celkové spotřebě Polska a rovněž se podílí i u výroby elektřiny, což je pro uhlí spíše nevídané. Uhlí tak zůstane pro nejbližší léta významným zdrojem primární energie a faktorem energetické bezpečnosti Polska. Nárůst spotřeby energie má v blízké budoucnosti krýt jaderná energetika.

Mezi obnovitelnými zdroji převládá biomasa a vodní energie a není se čemu divit, že i plánovaný rozvoj OZE je v Polsku do roku 2020 postaven rovněž na větrné energii a biomase. Podobně jako v řadě jiných států je využití biomasy plánováno v kombinované výrobě elektřiny a tepla. Využití solární energie v Polsku vzhledem k nepříznivým podmínkám je téměř nereálné.

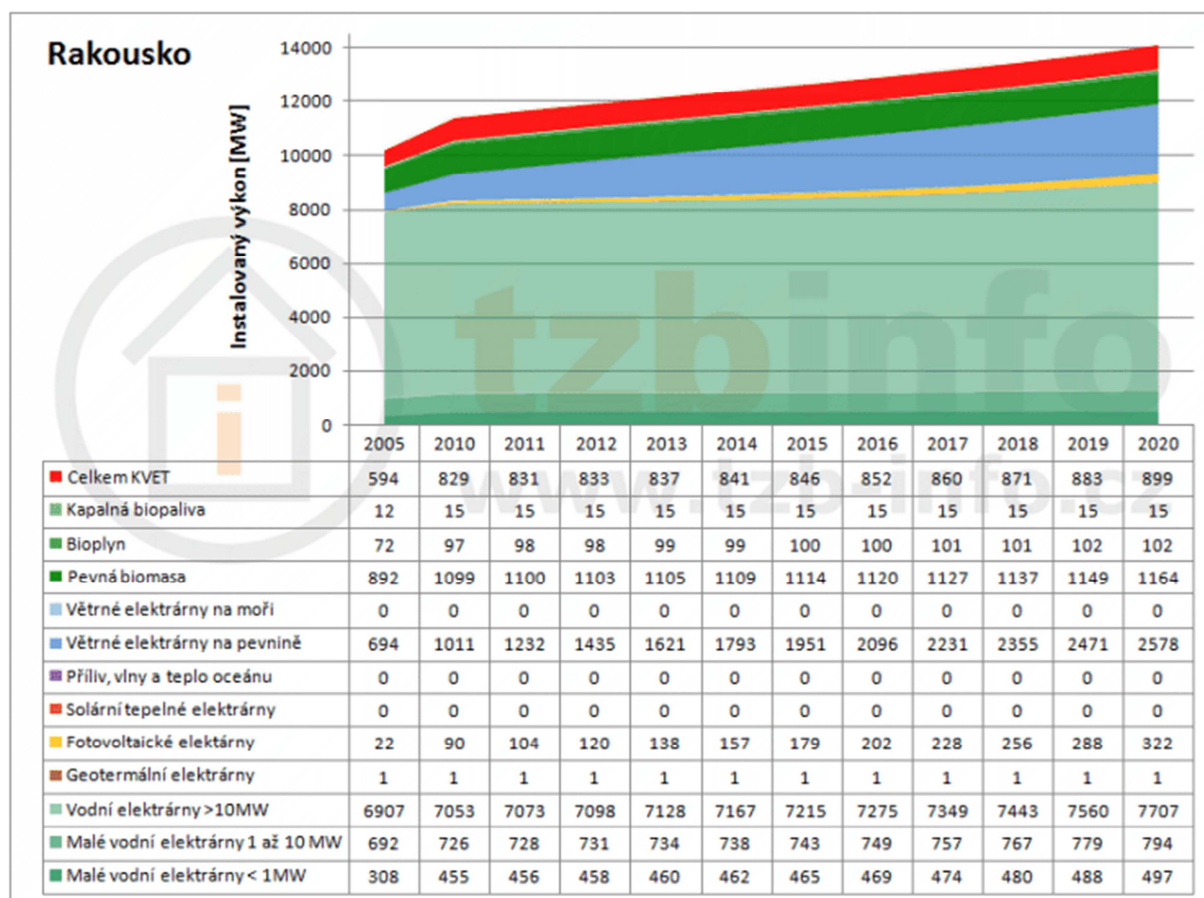
5.19 Portugalsko



Obr. 38 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Portugalsku. Převzato z [45]

Portugalsko má jednu z nejdražších energií ze všech států Evropské unie. Bez přihlédnutí k OZE je Portugalsko téměř zcela (z 90 %) závislé na dovozu energetických surovin, především ropy a plynu. Má dokonce nejvyšší stupeň závislosti na primárních zdrojích energie vůbec ze všech států EU. Portugalsko je pátou zemí v EU s největším podílem výroby energie z obnovitelných zdrojů. Jejich základem jsou velké vodní elektrárny, dále jsou to malé hydrocentrály, rychle rostoucí počet větrných farem a solárních fotovoltaických parků, částečně i biomasa a bioplyn. Podle oficiálních údajů činil v roce 2011 podíl obnovitelných zdrojů energie 46,8% na celkové spotřebě elektřiny a v příštích letech by dle všech předpokladů měla přesáhnout hranici 50 % výroby energie z OZE. Největším podílem na spotřebě energie z OZE přispívá biomasa. Podíl energie na celkové spotřebě činí téměř 25%, přičemž požadovaný cíl dle plánu je určen na 31% do roku 2020. Obnovitelná elektřina je z největší části vyráběna ve vodních elektrárnách. Výroba z fosilních paliv je velmi nízká. Ve fázi výzkumu je zařízení na získávání energie z mořských příbojových vln. Na Azorských ostrovech se využívá geotermální energie. Portugalsko je druhou zemí v EU, která provozuje geotermální elektrárny.

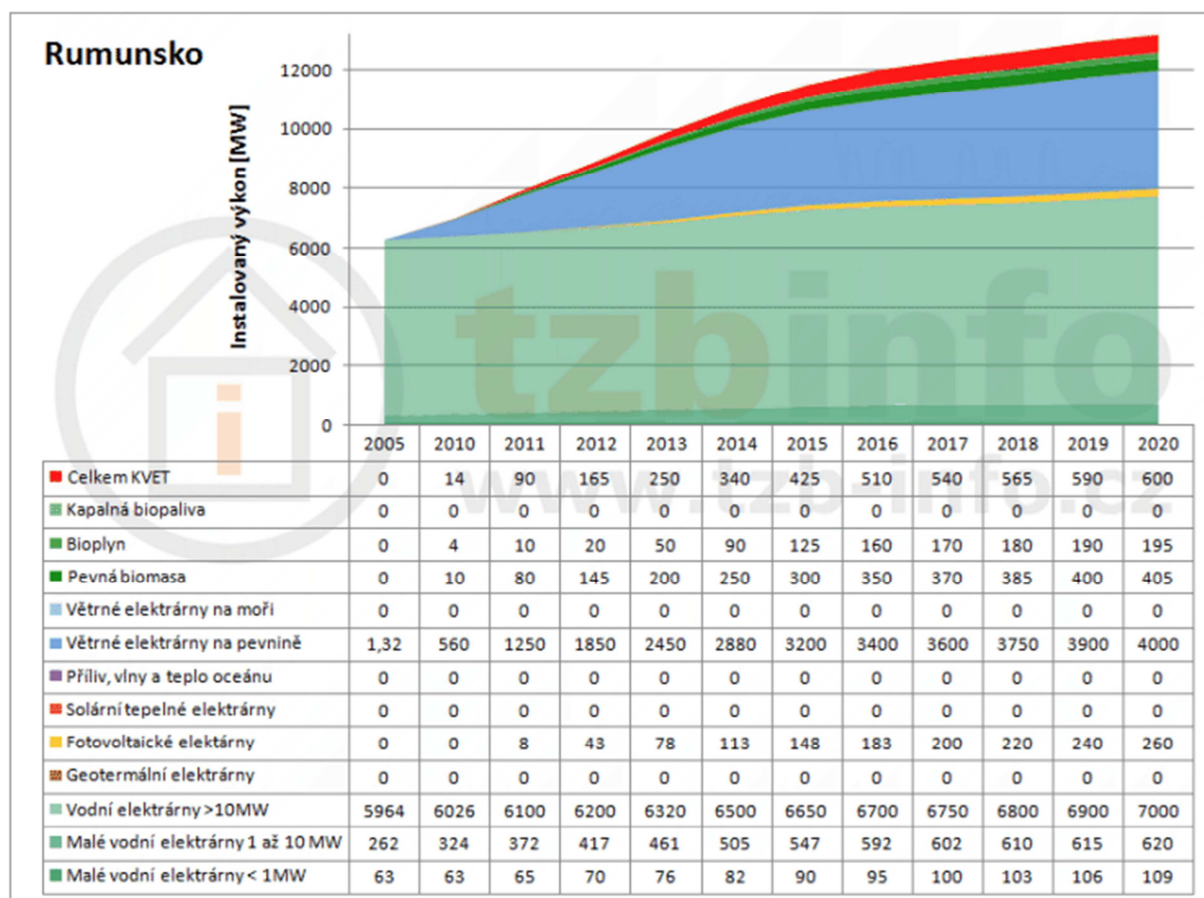
5.20 Rakousko



Obr. 39 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Rakousku. Převzato z [45]

V roce 2011 čítal výkon všech instalovaných elektráren v Rakousku 22 628 MW (v roce 2010 byl výkon 21 397 MW). Z tohoto výkonu připadalo 13 200 MW na vodní elektrárny (58,3 %), 8 249 MW na tepelné elektrárny (36,5 %) a zbylých 1 179 MW (5,2 %) na zařízení využívajících k výrobě OZE (kromě vody). Celkově množství vyrobené hrubé elektrické energie činilo 65 688 GWh. Rakousko dosahuje vysokých podílů obnovitelných zdrojů energie. V roce 2010 bylo 30% energie spotřebováno z obnovitelných zdrojů, na čemž se nejvíce podílela biomasa a vodní energie. Elektrická energie (z 60%) je v Rakousku dlouhodobě vyráběna ve vodních elektrárnách, které jsou dvojího typu – průtokové a akumulční. Nejvíce průtokových vodních elektráren (z celkového množství 672) je vybudováno na Dunaji a jejích rakouských přítokových vodách. Tzv. akumulční vodní elektrárny (celkové množství 111) se nachází zejména ve vysokohorských oblastech na západě a jihu Rakouska. Přibližně 39 % veškeré vyrobené energie pochází z průtokových vodních elektráren a 19 % z akumulčních. Další 3 % z celkové výroby elektřiny se vyrábí v zařízeních využívajících obnovitelné zdroje energie (kromě vody). Téměř veškerý vodní potenciál v Rakousku je již využit. Do budoucna lze zamýšlet rozvoj větrné energie [46]

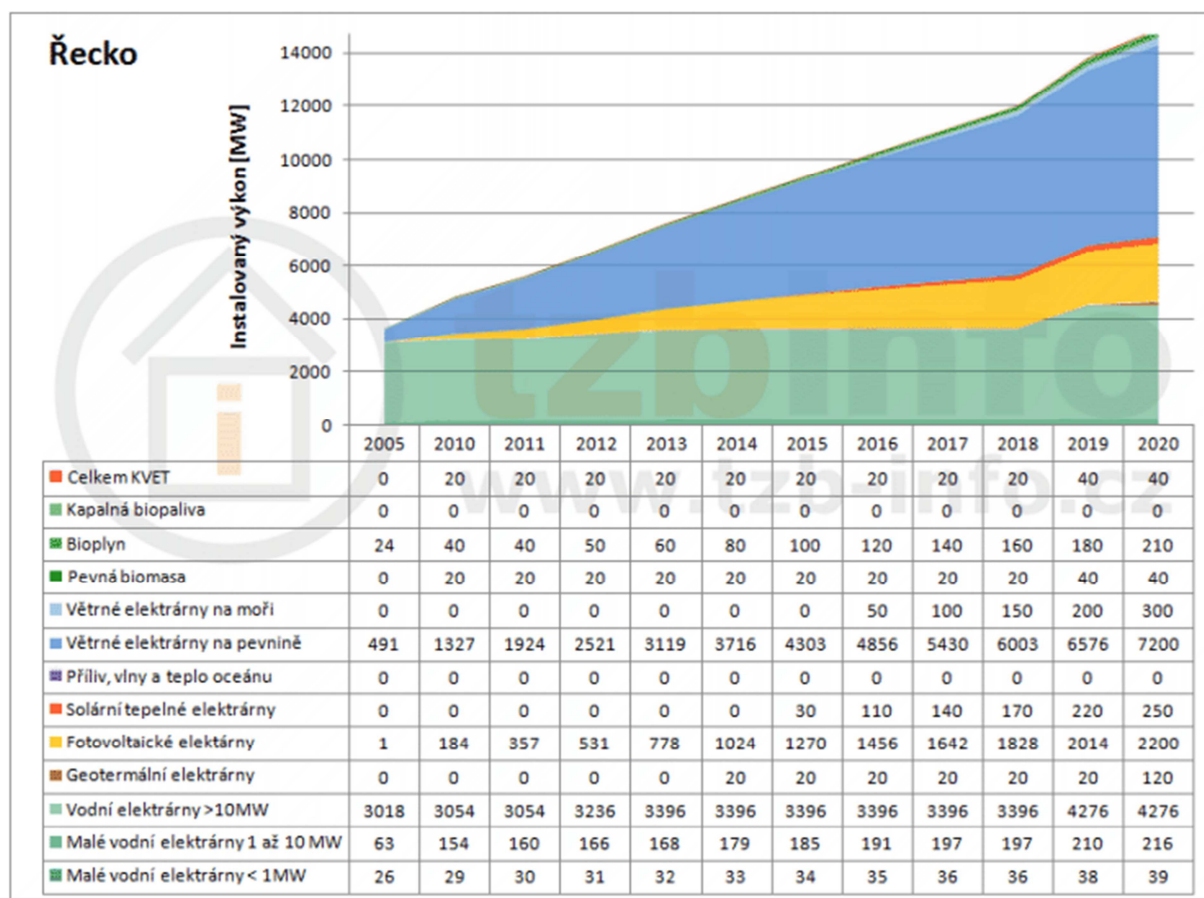
5.21 Rumunsko



Obr. 40 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Rumunsku. Převzato z [45]

Rumunsko sice nepatří mezi nejvyspělejší země v EU, přesto v rozvoji obnovitelných energetických zdrojů rozhodně nezanedbává. V budoucnosti se předpokládá výrazný rozvoj ve zvýšení nainstalovaného výkonu obnovitelných zdrojů v porovnání s nynějším stavem. Vůbec největšího rozvoje se dočkají větrné elektrárny, pro které jsou v Rumunsku ještě docela příznivé podmínky. Rumunská vláda se snaží podpořit obnovitelné zdroje tak, aby do roku 2020 byl splněn podíl obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie 24%. Očekává se, že splnění tohoto cíle nebude dělat Rumunsku problémy. Velký význam v oblasti obnovitelných zdrojů zaujímá biomasa a energie vody, která se téměř jako jediná podílí na výrobě elektřiny z OZE. Na rumunském trhu aktivně působí společnost ČEZ. Na podzim roku 2011 rumunská vláda schválila zákon, který podporuje rámec obnovitelných zdrojů energie. V následujícím roce se v Rumunsku začaly rozšiřovat fotovoltaické projekty. Dále se počítá také s podporou využití biopaliv a bioplynu (zemědělství) nebo geotermální energie.

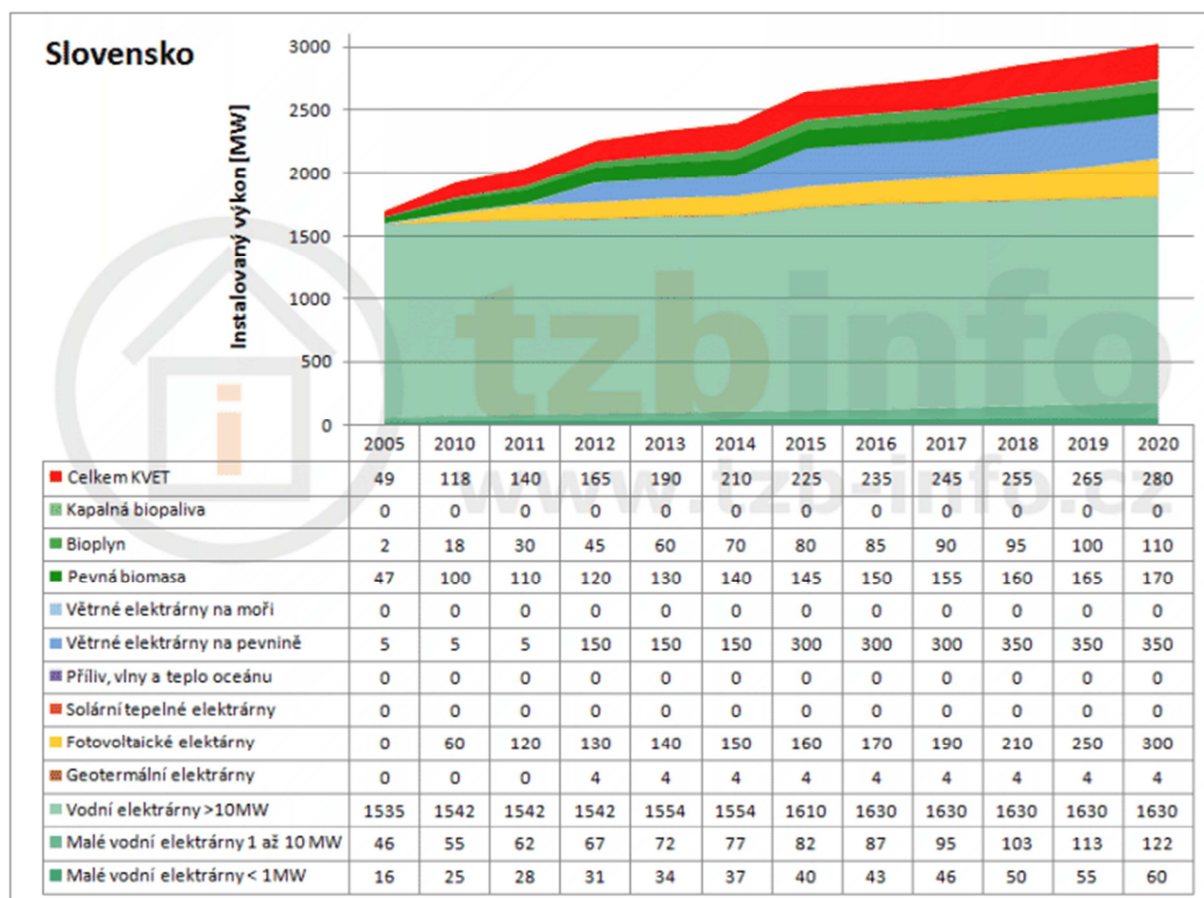
5.22 Řecko



Obr. 41 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren v Řecku. Převzato z [45]

V Řecku jsou docela optimální přírodní podmínky pro využívání solární energie, v níž se v Řecku stále ještě skrývá doposud tolik nevyužitý potenciál. V největší míře je tak plánován rozvoj fotovoltaických elektráren. Zároveň se plánuje rozšířit také i výstavbu vodních elektráren. Rozhodnutí Evropské komise určit stanovené cíle pro rok 2020 pro jednotlivé státy, přineslo v Řecku zásadní obrat v energetické bilanci. OZE by měly v následujícím období postupně vytlačit dominující lignit. Podle předpokladů plánu by měl v roce 2020 celkový instalovaný výkon elektráren čítat 26 885 MW, z čehož 15 000 MW by měly tvořit OZE. V roce 2010 byl instalovaný výkon z OZE 4 500 MW. Dále by se mělo dosáhnout 40% produkce elektřiny z OZE, to odpovídá zhruba 27 000 GWh. Podíl obnovitelných zdrojů v Řecku má v roce 2020 dosáhnout 18%. V roce 2010 činil necelých 10% na spotřebě celkové energie. V celkové spotřebě energie v rámci OZE dominuje v Řecku biomasa, kterou následuje vodní energie. Ta se rovněž podílí z největší části na výrobě obnovitelné elektřiny [46]

5.23 Slovensko

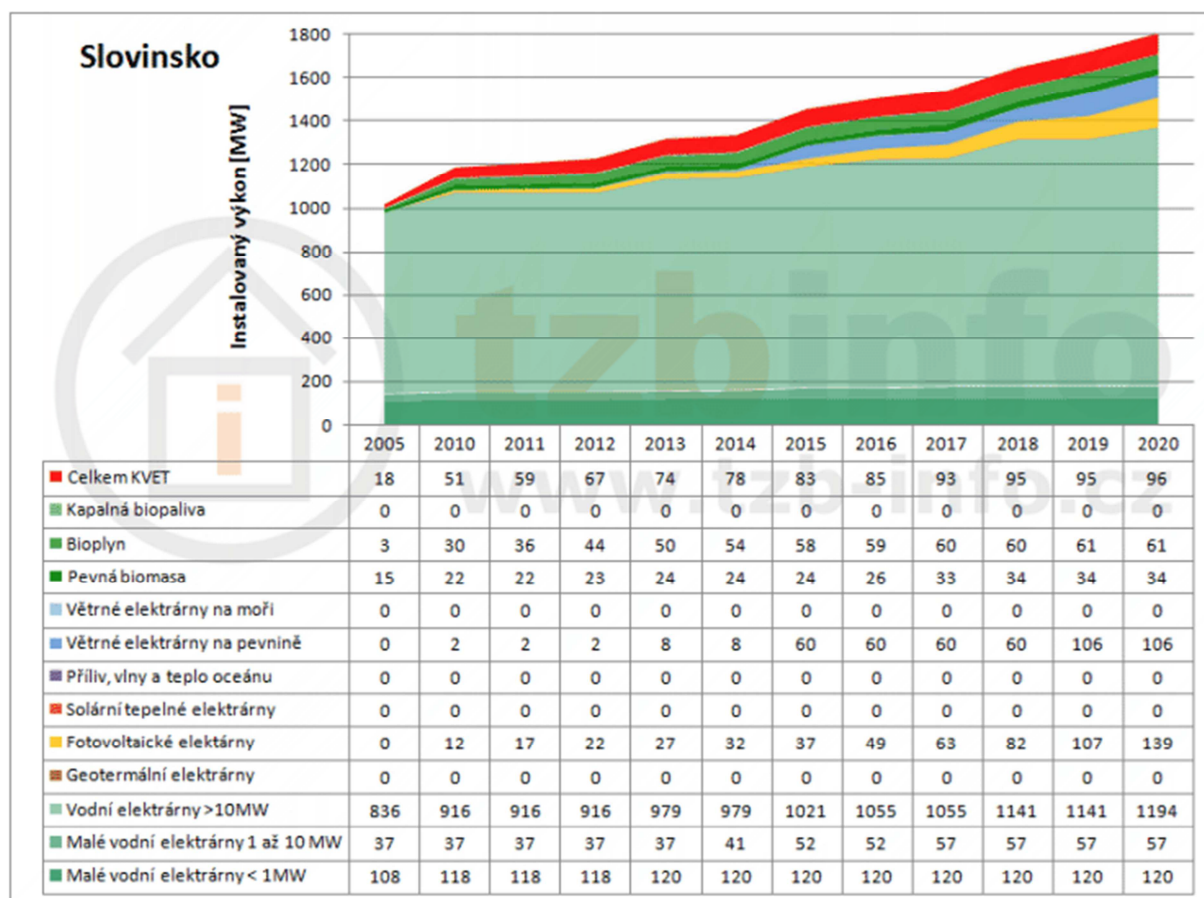


Obr. 42 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren na Slovensku . Převzato z [45]

Výroba elektrické energie na Slovensku v roce 2011 se meziročně zvýšila o 415 GWh, tedy o 1,5 % na hodnotu 28 135 GWh. Dovoz elektřiny dosáhl 11 227 GWh, vývoz 10 500 GWh. [46]

Energetická skladba Slovenska je poměrně vyrovnaná, žádný energetický zdroj energie nikterak nedominoje. Podíl obnovitelných zdrojů je srovnatelný jako v Řecku. Na spotřebě energie z OZE se tedy podílí biomasa s vodní energií, přičemž na výrobě elektrické energie z OZE pak vodní elektrárny. Slovensko má v plánu rozvíjet výrobu elektřiny z energie slunce, větrné energie a biomasy. Za perspektivní zdroje Slovensko považuje zejména biomasu. V případě solárních elektráren slovenská vláda rozhodla, že nepovolí výstavbu jakéhokoliv množství solárních elektráren. Slovenská elektrizační soustava rovněž stanovila z důvodu zajištění bezpečnosti a plynulosti dodávek elektřiny hranici celkového instalovaného výkonu solární elektrárny (pro povolení výstavby).

5.24 Slovinsko



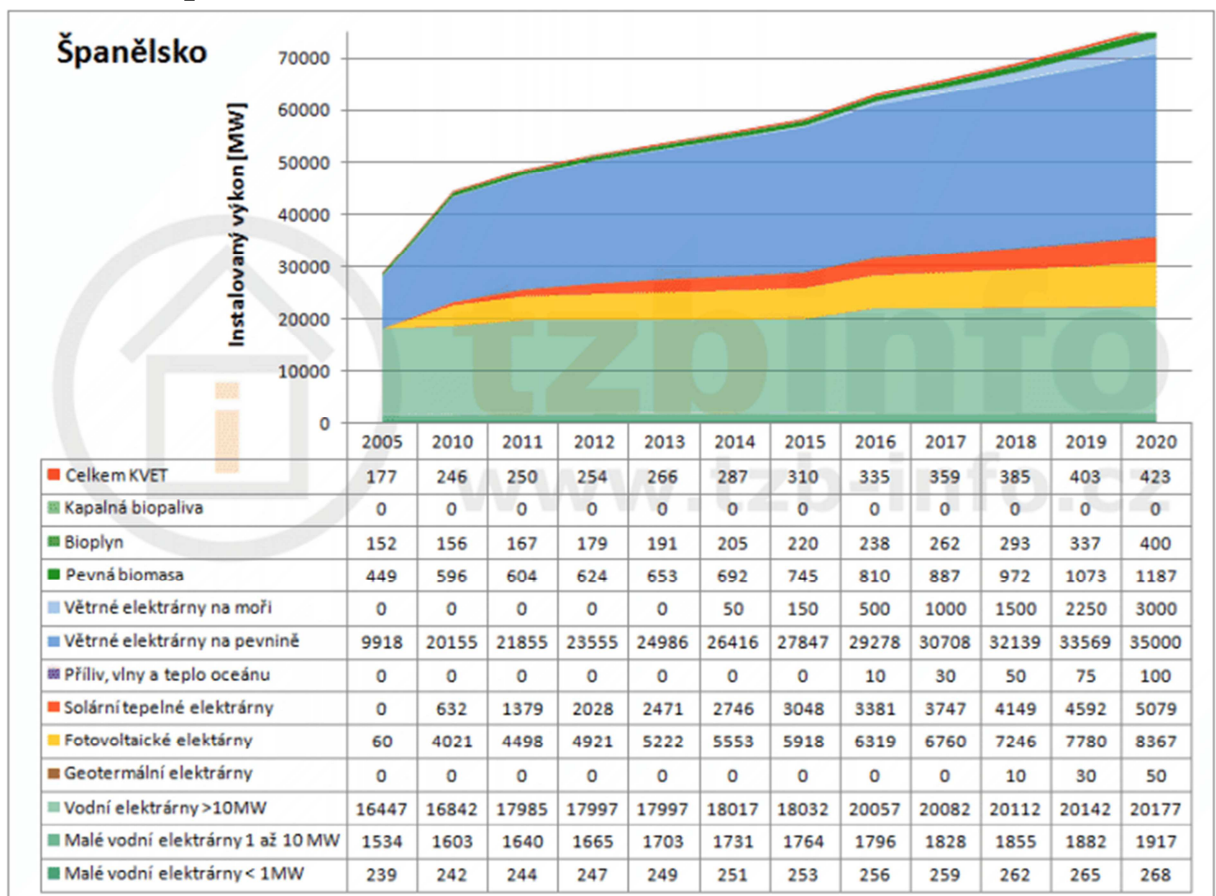
Obr. 43 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren ve Slovinsku. Převzato z [45]

Slovinsko je stejně jako Rakousko alpská země. Jsou zde dobré přírodní podmínky pro využití OZE. Slovinsko je jedním z mála států, kde se dá předpokládat výrazný nárůst v instalovaném výkonu vodních elektráren, které by mohly mít zásadní podíl na významu OZE v energetickém mixu země. Plánovaný podíl ostatních OZE je obdobný jako na Slovensku.

Z domácích obnovitelných zdrojů energie (bez vodní energie) je v současnosti využíváno přibližně 22 000 TJ, což představuje zhruba 7% poptávané roční energie. Využívanými obnovitelnými zdroji energie jsou na Slovinsku převážně zejména biomasa (75,8%) a biodiesel (9,6%), ze kterého připadá 4,7% na bioethanol. Biomasa se podílí hlavně na celkové spotřebě energie z OZE, zatímco elektrickou energii zajišťuje energie z vodních děl.

V červenci 2010 schválila slovinská vláda národní akční plán pro obnovitelné zdroje energie na léta 2010-2020. Do roku 2020 se má tak podíl OZE (včetně vodní energie) zvýšit na energetické bilanci země zvýšit na 25%. K dosažení tohoto cíle musí Slovinsko zvýšit podíl elektrické energie vyráběné z OZE ze stávajících 28% na 42%. Podíl OZE na vytápění se musí zvýšit z 20% na 32% a OZE v dopravě z 1,2% na 10%.

5.25 Španělsko



Obr. 44 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren ve Španělsku. Převzato z [45]

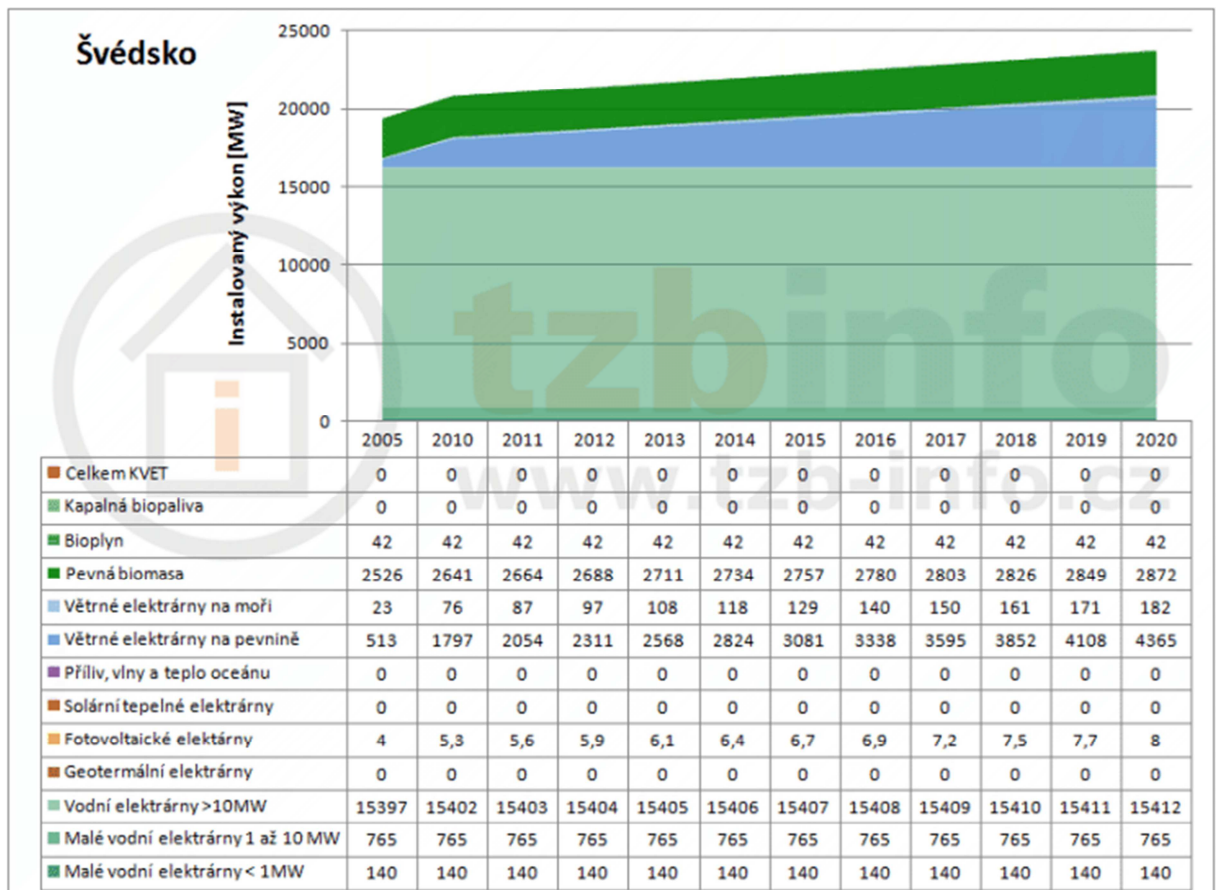
Španělsko patří společně s Německem a Dánskem k nejúspěšnějším zemím, kterým se v poslední době výrazně daří zvyšovat podíl obnovitelných zdrojů. Významného nárůstu zaznamenaly větrné a solární elektrárny. Téměř polovina elektrické energie je vyráběna z OZE, z níž 25% představují větrné elektrárny a o zbylou čtvrtinu se dělí elektrárny solární a vodní. Během letošní zimy dokonce představoval vítr největší zdroj v zemi, až po něm následovaly jaderné reaktory (20% podíl) a ostatní zdroje.

Nadmořská výška 1090 až 1100 m a polopouštní klima s minimem srážek a oblačností jsou na jihu Španělska zcela ideálními podmínkami pro budování solárních elektráren. Převažuje zde přímé sluneční záření díky tenké vrstvě atmosféry, která obsahuje menší množství vlhkosti a snižuje množství dopadajícího záření. Průměrná uvažovaná energie dopadajícího slunečního svitu na jednotku plochy je 2136 kWh/m² za rok. To je asi 2x více než v nejslunnějších oblastech v ČR. V Evropě se takové optimální podmínky vyskytují právě jen na jihu Španělska. Je zde také nejvhodnější místo na rozvoj termálních solárních elektráren, které jsou na rozdíl od elektráren fotovoltaických schopny akumulovat teplo, pomocí kterého se dá vyrábět elektřina i v noci. Koncem roku 2012 bylo ve Španělsku instalováno 39 takových

elektráren, které mají zásobníky tepla až na 8 hodin. Jejich instalovaný výkon disponuje 1800 MW a vyrábějí 5 TWh elektřiny ročně (tj. jako jeden velký jaderný reaktor).

V minulých letech Španělsko investovalo do OZE 2,7 mld. euro. Z OZE jsou ve Španělsku důležité větrné elektrárny, které představují téměř 25% (8263 MW) celkové instalované kapacity v EU, tj. na druhém místě za Německem s 16629 MW z celkových 34205 MW. [46]

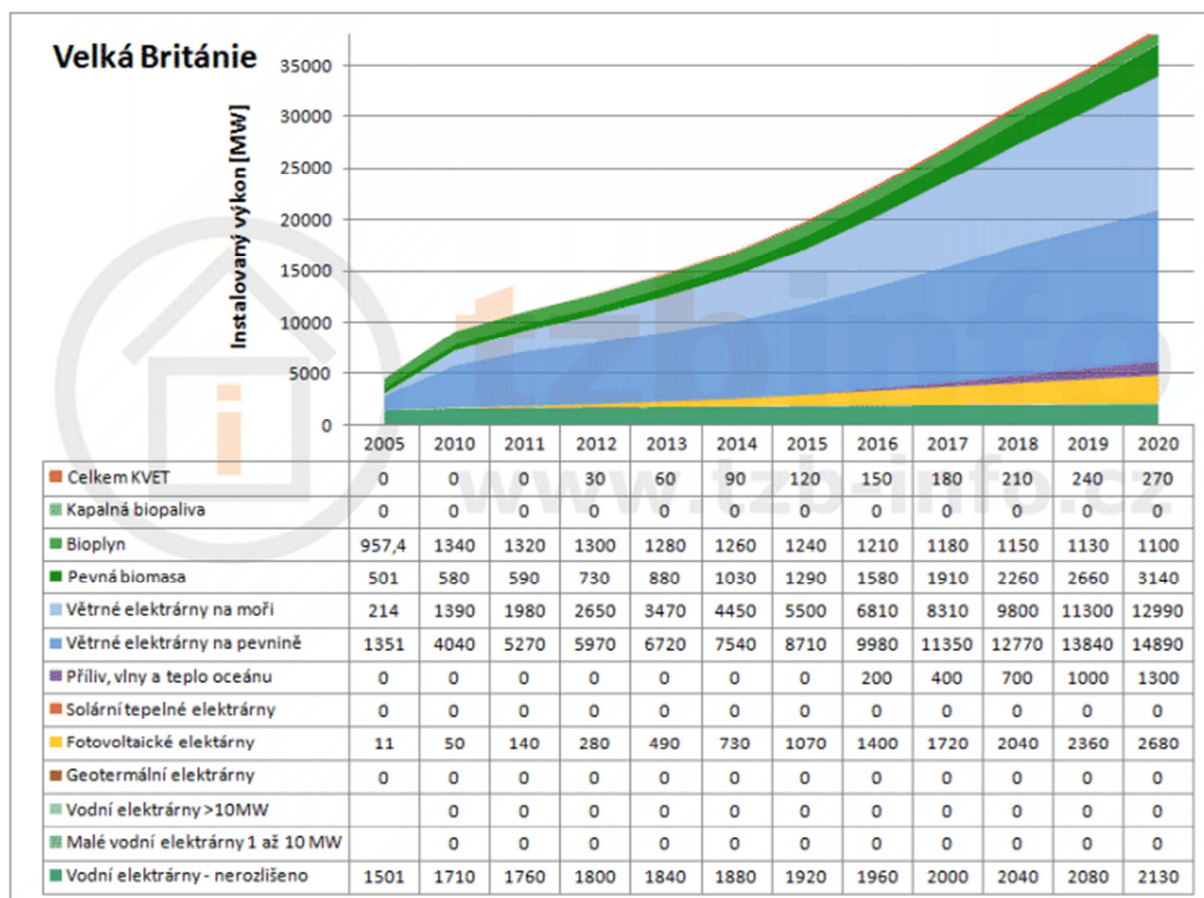
5.26 Švédsko



Obr. 45 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren ve Švédsku. Převzato z [45]

Švédsko se může pyšnit prvenstvím v podílu OZE na energetickém mixu státu, dosahuje téměř 48%. Struktura zdrojů elektrické energie je obdobná jako v ostatních skandinávských zemích (cca 89 % výroby elektrické energie zajišťují jaderné a vodní elektrárny, zbytek dodávají elektrárny založené na spalování fosilních a obnovitelných paliv a na využívání větrné energie). Stále roste podíl biopaliv. Vzhledem k vysokým srážkám prudce vzrostl podíl hydroelektráren na úkor jaderných a tepelných elektráren. Skladba zdrojů kolísá během roku v závislosti s průběhem spotřeby. Na té se převážně podílí topení v zimním období, kdy se v hydroelektrárnách využívají zásoby vody akumulované v létě ve vodních nádržích. Jaderné elektrárny vyrobily v roce 2011 asi 43 % veškeré energie a vodní elektrárny asi 40 %.

5.27 Velká Británie



Obr. 46 Plánovaný instalovaný výkon OZE elektráren ve Velké Británii. Převzato z [45]

Zatímco Švédsko patří mezi země s největším podílem obnovitelných zdrojů energie, ve Velké Británii platí přesný opak. Podíl OZE na energetické struktuře je velmi mizivý, přibližně 3%. Indikativní cíl do roku 2020 je však pro Velkou Británii stanoven na 15%. Mezi obnovitelnými energetickými zdroji převládá biomasa a to jak ve spotřebě energie, tak i u výroby elektrické energie. Nesmíme opomenout také vodní a větrné elektrárny.

Velká Británie plánuje především využití větrného potenciálu v Severním moři, ale také i významný rozvoj fotovoltaických elektráren. Elektrickou energii ve Velké Británii generuje přes 2 600 větších či menších elektráren, přičemž nejvýkonnější je uhelná elektrárna Drax v Severním Yorkshire o výkonu 3 870 MW. Mezi početně nejrozšířenější typ elektráren patří menší kogenerační celky a elektrárny s omezeným výkonem zaměřené na využití OZE. Většinu energetické kapacity zajišťují klasické typy elektráren (tepelné 37%, plynové 36%, jaderné 19%, obnovitelné zdroje 4% a dovezená elektrická energie 5%). Souhrnná kapacita elektráren ve Velké Británii (zhruba 75 GW) pokryje roční spotřebu 350 TWh. [46]

6 Vývoj a rozvoj OZE v EU

6.1 Solární elektrárny

Největšími solárními elektrárnami v Evropské unii se může pyšnit např. Španělsko, Německo, Itálie, Francie, Rakousko,... Většina těchto elektráren pracuje s maximálním výkonem 30 MW, jsou však už i výjimky. Mezi tyto největší rivaly však patří i samotná Česká republika. Jednotlivé země se za poslední dobu neustále předháněly a ve většině případů stále předhánějí v plánovaných projektech a v gigantických rozměrech budoucích elektráren. To se nedá říci o ČR, kde kvůli omezujícím podmínkám, již není pro investory tento byznys tak lukrativní.

6.1.1 Solární elektrárna Olmedilla de Alarcón ve Španělsku



Obr. 47 Solární park Olmedilla de Alarcón ve Španělsku. Převzato z [7]

Fotovoltaická elektrárna Olmedilla de Alarcón se nachází u města Olmedilla de Alarcón ve Španělsku a řadí se mezi největší solární elektrárny na světě. Celková instalovaná kapacita je **60 MW**. Projekt byl dokončen v září 2008 a následně byl uveden do provozu. Výstavba tohoto solárního parku trvala pouhých 15 měsíců. V elektrárně Olmedilla de Alarcón je instalováno přes 162 000 běžných fotovoltaických panelů, které dodávají elektřinu pro více než 40 000 domácností. [7]

6.1.2 Solární elektrárna Lieberose v Německu



Obr. 48 Sluneční elektrárna Lieberhose. Převzato z [7]

Jednou z největších slunečních elektráren je solární areál Lieberhose, který se nalézá v bývalých vojenských prostorách v Braniborsku. Tento prostor sloužil před 20 lety jako vojenské cvičiště pro sovětskou armádu. Provoz Lieberhose byl zahájen v srpnu 2009. Fotovoltaická elektrárna má výkon **53 MW** a je schopna uspokojit spotřebu elektřiny pro zhruba 15 000 domácností. Životnost je předpokládána na dobu nejméně 20 let. Po stejnou dobu se braniborská vláda rozhodla pronajmout i dané pozemky. Elektrárnu postavila americká firma First Solar za spolupráce s německou společností Juwi Solar. Rozloha celého parku je 163 hektarů. Na této ploše se nachází 560 000 solárních tenkovrstvých panelů, které společnost First Solar vyrobila převážně ve svém výrobním závodě ve Frankfurtu nad Odrou. Investice činila celkově přes 160 milionů eur (přes 4 miliardy korun). Z 80 % ji však spolufinancovalo bankovní společenství, jehož součástí jsou i německé banky.

Po odhadovaném skončení provozu za 20 let by finanční prostředky z pronájmů pozemků od investorů projektu měly posloužit k ekologické sanaci těchto bývalých vojenských prostorů, kde by následně pak měla vzniknout chráněná krajinná oblast. Významné jsou i další ekologické aspekty. Při stejném množství vyrobené elektřiny touto fotovoltaickou elektrárnou by totiž konvenční elektrárna do ovzduší vypustila ročně 35 000 tun CO₂. Společnost First Solar také zaručila, že se po dosloužení elektrárny postará o likvidaci použitých solárních panelů a recyklací budou použity na výrobu nových sestav. [7] [48]

6.1.3 Solární elektrárna Gemasolar ve Španělsku



Obr. 49 Solární elektrárna Gemasolar u Sevilly ve Španělsku. Převzato z [7] [49]

Ve španělské Seville vzrostla první koncentrační (termodynamická) solární elektrárna nového typu nazývaná Gemasolar. Provoz byl zahájen v květnu 2011 a elektrárna se pyšní tím, že může fungovat **24 hodin denně**. Výstavbu zprostředkovala firma Torresol Energy, kterou vlastní společnost Masdar ze Spojených arabských emirátů a španělský podnik Sener. Jedná se o první elektrárnu ve světě, která paprsky Slunce koncentruje pomocí obřích zrcadel do 115 m vysoké středové věže, kde paprsky předají svou tepelnou energii do zásobníku s roztavenou solí. Jedná se o novou technologii, při které se používá roztavená sůl ke skladování sluneční energie ve formě tepla. Pro akumulaci energie byla zvolena směs solí složená z 60 % dusičnanu draselného a 40 % dusičnanu sodného. Díky schopnosti soli skladovat teplo dokáže skladovat energii pro provoz elektrárny až na 15 hodin. Naakumulovaná tepelná energie bude poté pohánět generátor i v během noci. Zařízení u Sevilly nebude tak trpět hlavním nedostatkem běžných solárních elektráren, jejichž výkon kolísá v závislosti na počasí.

Jmenovitý elektrický výkon elektrárny je **19,9 MW**. Díky plánovanému ročnímu provozu 6500 h (270 dní) však elektrárna vyrobí stejné množství energie jako 50 MW běžná fotovoltaická elektrárna. Roční produkce je odhadována na 110 GWh, což může zajistit elektřinu až pro 27 000 domácností. Ročně se také ušetří 30 000 tun CO₂. Celá výstavba zaujímá kruhovou plochu o ploše 1,8 km², na které je instalováno 2650 obřích zrcadel koncentrující sluneční paprsky na vrchol středové věže. V ohnisku světelných paprsků dosáhne teplota až 900 °C. Samotná sůl se pak zahřeje na maximální teplotu 500 °C. [7]

6.1.4 Solární elektrárna Andasol ve Španělsku



Obr. 50 Solární park Andasol. Převzato z [7] [50]

Solární elektrárna Andasol je první moderní elektrárnou svého druhu v Evropě. Nachází se ve španělské provincii Granada, což je 10 km směrem na východ od Guadix. Andasol se má v konečné fázi skládat ze tří bloků. První blok elektrárny Andasol 1 byl spuštěn v březnu 2009 a disponuje výkonem **49,9 MW**. Později vznikly i další dva bloky o stejném výkonu. Celkový výkon elektrárny činí téměř 150 MW. Každý blok je schopen zásobovat elektřinou až 200 000 obyvatel. Oproti ostatním solárním elektrárnám má Andasol zásadní výhodu v tom, že může díky obrovskému tepelnému výměníku (ten udrží vodu až 8 hodin) dodávat elektřinu i v noci. Celková plocha všech tří bloků Andasol zaujímá plochu 195 ha, jedná se o pozemek 1300 x 1500 m. Rozloha solárních jednotek (koncentrátorů) je 510 120 m², což představuje cca 70 fotbalových hřišť. Počet parabolických zrcadel v Andasol 1 je 209 664. Při výkonu 50 MW dokáže Andasol 1 vyrobit díky akumulaci až 180 GWh, kdežto klasická fotovoltaická elektrárna by vyrobila 110 GWh. Roční provoz tohoto zařízení je cca 3500 hodin. Akumulátor obsahuje 25 500 tun směsi 60 % dusičnanu sodného a 40 % dusičnanu draselného. Za optimálních podmínek se uvádí celková účinnost solární části 70 % (roční průměr 50 %), účinnost parní turbíny 40 % (roční průměr 30 %) a celková účinnost celé elektrárny je pak v létě až 28 % (ovšem roční průměr je téměř poloviční – cca 15 %).

Ačkoliv se jedná o solární elektrárnu, Andasol je spíše parní elektrárna. S fotovoltaikou má společný pouze zdroj energie představující okruh parabolických zrcadel odrážejícími sluneční paprsky na absorpční trubice. Absorpčními trubicemi protéká syntetický olej jako teplotně nosné médium. Za optimálních podmínek může teplota oleje dosáhnout až 400°C. Olej je čerpán do parogenerátoru, kde předává tepelnou energii vodě, která cirkuluje v sekundárním okruhu elektrárny. Vzniklá pára pohání turbínu s generátorem a poté kondenzuje v kondenzátoru. Ten je chlazený samostatným vodním okruhem s chladicími věžemi. Část páry je tedy hnána přímo na lopatky turbíny a vyrábí elektřinu v době slunečního záření. [7] [51]

6.1.5 Solární elektrárny na továrnách Renault ve Francii



Obr. 51 Solární panely na střechách továren Renault. Převzato z [52]

Francouzská společnost Renault se nechala inspirovat příklady jiných výrobců automobilů, jako je Seat, Audi nebo Ferrari, a rozhodla se pro instalaci solárních elektráren na střechy svých továren. Jednalo se o rozsáhlý projekt, při kterém bylo položeno téměř 450 000 m² solárních panelů. Spolupráci na tomto projektu zajišťovala španělská firma Gestam Solar a dosáhlo se výsledku, který zajišťuje **60 MW** zdroj čisté energie. Díky tomuto činu automobilka Renault pomáhá snížit emise oxidu uhličitého až o 30 000 tun ročně. Projekt byl dokončen v první čtvrtině loňského roku. Instalaci těchto solárních panelů, odpovídajících ploše 63 fotbalových hřišť, lze spatřit ve střediscích Douai, Maubeuge, Flins, Batilly, Sandouville a Cléon. Vyrobená energie by postačila pro zásobování města s 15 000 obyvateli, ovšem v tomto případě je elektřina používána pro jiné účely. [52]

6.1.6 Solární park Pocking v Německu



Obr. 52 Solární park v Německu. Převzato z [7]

Pocking v Německu je fotovoltaická elektrárna v Dolním Bavorsku. Celkový instalovaný výkon je **10 MW**. Výstavba tohoto solárního parku byla zahájena již v srpnu 2005 a dokončena byla v dubnu 2006. Elektrárna zabírá prostory bývalého vojenského území o rozměrech 7,5 ha. Instalováno bylo celkem 57 912 fotovoltaických panelů. [53]

6.1.7 Fotovoltaická instalace na fotbalovém stadionu v Německu



Obr. 53 Fotovoltaická instalace na fotbalovém stadionu v Německu. Převzato z [7]

Výborným příkladem jak využít každou volnou plochu je tato instalace fotovoltaických panelů na fotbalovém stadionu v německém Bielefeldu. Výkon této instalace je **108 kW**. Bylo zde instalováno 900 solárních panelů (na ploše 1400 m²), které byly umístěny na zastřešení tribuny fotbalového klubu Arminia Bielefeld. [7]

6.2 Větrné elektrárny

Větrných elektráren poslední dobou neustále přibývá, a to nejen v Evropské unii. Vůbec největší větrný park vzniká v Číně. O tom, že rozvoj větrných farem je ve fazóně, není pochyb. Zájem investovat do energie z větru mají mnohé evropské i mimoevropské státy. V EU větrné energie nejvíce holdují především západní země jako Francie, Velká Británie, Německo, Španělsko či Švédsko. Díky dokonalejším technologiím je i samotné získávání z energie z větru dostupnější. Rozvoj větrných elektráren v EU podporuje rovněž závazek vyrábět 20% energie z obnovitelných zdrojů do roku 2020. Větrná energie patří mezi nejrozšířenější obnovitelný zdroj a v roce 2020 by měla pokrývat 14% celkové poptávky po elektřině.

6.2.1 Větrná elektrárna Fantanele a Cogevalac v Rumunsku



Obr. 54 Větrný park Fontanele – Cogevalac. Převzato z [54]

Největší větrnou elektrárnu v Evropě lze nalézt na jihovýchodě Rumunska. Provozovatelem této větrné farmy je energetická společnost ČEZ. Prozatím byla dokončena první fáze výstavby dvou větrných parků Fantanele a Cogevalac u Černého moře. Rozmístění „větrníků“ zaujímá oblast o rozměrech 6 x 12 km. Dosavadní výkon tohoto větrného zdroje činí 540 MW. V současné době však probíhá zbylá instalace, při které by mělo být celkově instalováno 240 turbín a výkon parku by měl následně dosahovat **600 MW**. V elektrárně jsou v provozu větrné turbíny společnosti GE o výkonu 2,5 MW. Již hotový projekt výstavby větrného parku Fantanele a Cogevalac koupila skupina ČEZ už v roce 2008. První turbína byla uvedena do provozu v červnu 2010. Společnost ČEZ investovala do projektu celkem 1,1 miliardy eur (zhruba 27,5 miliardy korun). V prvním pololetí loňského roku byl výnos ČEZu z větrného parku 0,7 miliardy. Větrná farma takového rozsahu je přitom v Rumunsku vůbec první svého druhu. Podle společnosti ČEZ jsou v přímořské oblasti Dobružska vynikající podmínky pro její provoz. Do té doby byla největším větrným parkem v Evropě elektrárna Whitelee ve Skotsku, která spadá pod skupinu španělské společnosti Iberdrola. Její celková kapacita byla 322 megawattů a po rozšíření o 75 turbín se má zvýšit na 539 MW. [54] [55]

6.2.2 Pobřežní větrná farma Thanet ve Velké Británii



Obr. 55 Větrná farma východně od Londýna v hrabství Kent. Převzato z [55]

Neméně zajímavý projekt se zrodil na východním pobřeží Velké Británie. Na okraji moře u hrabství Kent v oblasti Thanet stojí zatím největší pobřežní větrná farma (tzv. offshore), která se dočkala spuštění v září loňského roku. Tvoří ji 100 větrných turbín Vestas (ty velmi často najdete i u nás) a jejich celkový výkon činí **300 MW**. Rozloha této farmy je 35 km² a Velkou Británii její vybudování stálo bezmála 900 milionů liber. [54]

Projekty větrných elektráren na moři se v poslední době stávají stále oblíbenější. Velká Británie má velký větrný potenciál především díky dlouhému a mělkému pobřeží, které ke stavbě větrných farem na moři přímo vybízí. Není tedy divu, že toho Britové chtějí v příštích

letech maximálně využít. Spojené království chce v budoucnu vybudovat 10 000 větrných turbín na moři i na souši, které by mohly pokrýt spotřebu elektřiny země až z jedné třetiny. Velká Británie by se tím navíc zařadila po bok největších větrných velmocí. [55]

6.2.3 Větrná elektrárna Middelgrunden v Dánsku



Obr. 56 Offshore Wind Park Middelgrunden. Převzato z [56] [57]

Middelgrunden je pobřežní větrná farma, která se nachází na moři asi 3,5km od dánské Kodaně. Tato lokalita je pro stavbu větrných elektráren poměrně vhodná, i když na počátcích byly problémy kvůli narušování dánské ochrany přírody. Vítr v této oblasti sice není příliš silný, ale je velmi konstantní. Farma byla postavena v roce 2001 a té době patřila k největším pobřežním elektrárnám na světě. Celkový výkon této větrné farmy čítá **40 MW**, přičemž je tvořen 20 větrnými elektrárnami po 2 MW. Větrný park poskytuje asi 4% energie pro Kodaň. Tento větrný park je jasně viditelný z dánského hlavního města a je příkladem využívání větrné energie v Dánsku. Celý tento projekt je 50% vlastněn 10000 investory a 50% patří městu. [58]

6.2.4 Vertiwind – nový typ plovoucí větrné turbíny



Obr. 57 Vertiwind – plovoucí turbíny. Převzato z [59] [60]

Francouzská těžařská společnost Technip společně se start-upem Nenuphar brzy uvede do provozu první prototyp své nové plovoucí větrné elektrárny nazvané Vertiwind. Jde o vertikální větrnou turbínu umístěnou na plovoucím pontonu. Hlavním cílem návrhu nové turbíny bylo maximálně snížit veškeré náklady spojené jak s její výrobou, tak především instalací a zabezpečením proti převrácení. Právě proto bylo zvoleno řešení vertikální větrné turbíny, která má těžiště mnohem níž než klasické horizontální turbíny. Samotný generátor je tedy umístěn pouhých 20 metrů nad mořem, zatímco u běžných větrných elektráren s horizontálním řešením (jaké známé např. z našich hor) to bývá až 60 metrů nad mořem. Celková výška elektrárny Vertiwind je 100 metrů. Díky nízkému těžišti nebylo nutné mít velký ponor, a tak je plovoucí platforma ponořena pouze do hloubky devíti metrů pod mořem. První prototyp větrné turbíny Vertiwind o výkonu **2 MW** by měl být ve Středozemním moři spuštěn na vodu v letošním roce 2013. V současné době se v laboratořích v Lille testuje na zemi desetinový model turbíny. Tento skok byl umožněn zejména díky grantu v hodnotě sedm milionů euro od francouzské vlády. Společnost Technip je kromě výše zmíněného projektu zapojena také do vývoje plovoucí turbíny HyWind, která je horizontálního typu. [59]

6.3 Vodní elektrárny

Některé státy v EU vyrábějí vzhledem ke svým vhodným přírodním podmínkám většinu své elektrické energie z vodních elektráren. Mimo EU je nutno zmínit Norsko, které vyrábí z vodních zdrojů až 99% elektrické energie, kterou pak z velké části vyváží do zemí EU. Největšího podílu vodních elektráren dosahují ještě Švédsko, Rakousko a některé další alpské země, mimo EU pak ještě Švýcarsko. Podíl využití vodní energie je však v jednotlivých státech velmi rozdílný. Např. Německo je se 4% z hlediska techniky vodních elektráren docela bezvýznamné.

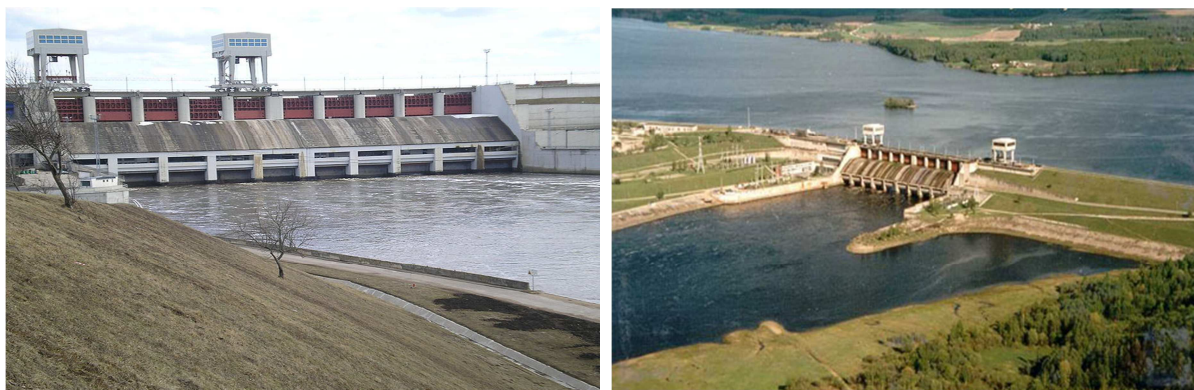
6.3.1 Vodní elektrárna Kraftwerk Altenwörth v Rakousku



Obr. 58 Kraftwerk Altenwörth – Rakousko. Převzato z [61] [62]

Elektrárna Altenwörth se nachází na řece Dunaj v části obce Zwentendorf v Dolním Rakousku. Výstavba elektrárny probíhala v letech 1973-1976. Celý komplex je železobetonová konstrukce s povrchovou úpravou, exponovaným betonovým povrchy a plochou střechou. Celkový instalovaný výkon elektrárny je **328 MW**. Elektřinu do veřejné sítě poskytuje 9 soustrojí, z nichž každé se skládá z Kaplanovy turbíny. Každá Kaplanova turbína má výkon cca 39 MW a otáčky 103,4 ot/min. Devět třífázových generátorů má výkon 45 MVA při napětí 7,75 kV. Průměrný spád elektrárny je 14 metrů a průtok 2700 m³/s. [20] [61] [63]

6.3.2 Vodní elektrárna Pļaviņas v Lotyšsku



Obr. 59 Vodní elektrárna Pļaviņas v Aizkraukle. Převzato z [64] [65]

Pļaviņas je největší vodní elektrárnou v Lotyšsku a jedna z největších vodních elektráren v Evropské unii. Nachází se v Aizkraukle na řece Daugava. Elektrárna má deset jednotlivých turbín s celkovým instalovaným výkonem **868,5 MW**. Tato stavba elektrárny vzbudila neobvyklou vlnu protestů v roce 1958. Většinu Lotyšů se nelíbilo zaplavení historických památek, zvláště malebné rokle se vzácnými rostlinami a přírodními prvky, a útesy. V roce 1959 byla výstavba přehrady schválena. První turbína elektrárny byla pak spuštěna v prosinci

1965. Do plného provozu byla elektrárna uvedena spuštěním čtvrté turbíny v roce 1968. V letech 1991-2001 bylo k původním čtyřem turbínám přidáno dalších šest turbín a celkový výkon elektrárny dosáhl 868.5MW. Mezi lety 1999 a 2001 zároveň proběhla i první rekonstrukce a v roce 2007 až 2010 zaznamenala elektrárna již druhou rekonstrukci. Během rekonstrukce byla provedena rekonstrukce a výměna satoru generátoru, modernizace bezpečnostních monitorovacích a kontrolních zařízení. Po této rekonstrukci došlo ke zvýšení produkce elektřiny o 30 GWh ročně. Vodní elektrárna Plavinas s deseti vodními turbínami je největší vodní elektrárna v pobaltských státech a druhá největší v Evropské unii z hlediska instalovaného výkonu. [64] [65]

6.3.3 Přílivová elektrárna Rance ve Francii



Obr. 60 Přílivová elektrárna na řece Rance. Převzato z [66]

Přílivová elektrárna Rance je první významná moderní přílivová elektrárna, která byla uvedena do provozu již v roce 1966 v severozápadní části Francii na řece Rance (při jejím ústí do Severního moře) v oblasti Bretaně. Současný provozovatel je společnost Électricité de France. Jako jediná na světě získává elektrickou energii z energetického potenciálu přílivu a odlivu moře. Její špičkový výkon je **240 MW** a skládá se z 24 Kaplanových turbín s vodorovnou osou, které jsou umístěny pod zdí hráze. Každá turbína má průměr 5,35 m a může při 90 otáčkách za minutu propustit 1650 m³ vody. Elektrárna pracuje ročně 2200 hodin a dodává do sítě až 600 GWh elektřiny za rok. Délka funkční přehradní hráze je 750 m a výška přílivové vlny 8,4 m. [66]

6.3.4 Přečerpávací elektrárna Dlouhé stráně v ČR



Obr. 61 Vodní elektrárna Dlouhé stráně. Převzato z [67]

Největší přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně ležící na Moravě v okrese Šumperk s výkonem **650 MW** (2 x 325 MW) se rozhodně na evropské mapě neztratí. Elektrárna se může pyšnit největší rezervní vodní turbínou v Evropě (325 MW). V ČR patří dokonce díky největšímu spádu 510,7 m a instalovanému výkonu 2 x 325 MW mezi vůbec největší. Výstavba byla zahájena v roce 1978, zprovozněna byla však až v roce 1996. Obě soustrojí elektrárny se nacházejí v podzemí, kde souběžně s kavernou turbín nalezneme také komoru transformátorů (dva blokové trojfázové transformátory, rozvodny 22 kV). Kromě praktického využití je tato elektrárna také středem turistické pozornosti.

6.3.5 Přečerpávací elektrárna Goldisthal v Německu



Obr. 62 Přečerpávací elektrárna Goldisthal. Převzato z [68] [69]

Elektrárna Goldisthal patří mezi největší přečerpávací evropské elektrárny. Nachází se v Durynsku v Německu. Její horní vodní nádrž má objem téměř 12 milionů m³. Celkový výkon elektrárny činí **1060 MW** (4 x 265 MW). Tuto elektrárnu realizovala česká firma ČKD Blansko Engineering společně s německými firmami VOITH HYDRO a VA TECH HYDRO. Projekt byl zahájen v r. 1996 a dokončení se dočkal v r. 2003-2004, kdy byl zahájen provoz.

6.3.6 Hydroenergetický systém Reșita v Rumunsku

Hydroenergetický systém Reșita je umístěn nedaleko města Reșita v oblasti Caras Severin (přibližně 30 km od srbských hranic). Tento vodní systém zahrnuje 4 přehradní nádrže (Trei Ape, Gozna, Valiug, Secu) a 4 malé vodní elektrárny (Crainicel I - instalovaný výkon 8 380 kW, Crainicel II - instalovaný výkon 3 750 kW, Grebla - instalovaný výkon 5 500 kW, Breazova - instalovaný výkon 370 kW). Celkový instalovaný výkon této soustavy činí **18 MW**. Získáním 100% podílu ve společnosti TMK Hydroenergy Power SRL se stala vlastníkem těchto výrobních zdrojů koncem roku 2010 společnost CEZ Romania SA. Skupina ČEZ plánuje v budoucnu realizovat modernizaci těchto vodních elektráren za účelem zvýšení celkového instalovaného výkonu na 20,6 MW. [70]

6.4 Elektrárny na biomasu, bioplynové stanice

Využití biomasy v členských zemích EU-27 se významně liší zejména v závislosti na výskytu biomasy, hustotě obyvatelstva, stupně rozvoje energetiky a efektivitě podpory. Lotyšsko následováno skandinávskými zeměmi má nejvyšší podíl využití biomasy, okolo 30% z celkové spotřeby země. Francie zase vyprodukuje 16,5 % z celkové produkce energie z biomasy v EU, ale pouze 4,4 % z celkové spotřeby energie Francie.

Rozvoj bioplynové technologie byl v západní Evropě až do 70. let minulého století velmi rozšířen. Nicméně finanční politika v zásobování elektřinou a ropnými produkty byla jednou z příčin k zastavení tohoto vývoje. V současnosti se však zájem o bioplynové stanice velmi zvyšuje. To je hlavně zapříčiněno podporou Evropské unie v zájmu snižovat přítomnost oxidu uhličitého a metanu v ovzduší a v některých zemích regulované úhrady za dodávky proudu do sítě. S bioplynovými stanicemi má největší zkušenosti Německo a Dánsko. Zatímco do konce minulého století prosazovalo Německo spíše individuální bioplynové stanice a naopak Dánsko spíše koncepci centrálních zařízení, v současné době se však tato situace obrací. Nyní je v Německu v provozu přes 3500 bioplynových stanic. Velký zájem ve spolupráci s Německem má Polsko. V Itálii zase nalezneme bioplynové stanice poblíž intenzivního chovu dobytka (v blízkosti Milána). Dobré podmínky pro využívání bioplynu jsou také v Litvě, která se specializuje na šlechtění zvířat a disponuje tedy velkým množstvím kejdy a hnoje. Ve Švédsku bioplyn kromě vytápění a výroby elektřiny slouží i pro pohon vozidel a v nedávné minulosti zde byl také zprovozněn první vlak na světě poháněný bioplynem. Česká republika v této oblasti rovněž nezaostává, v dnešní době čítá v provozu více než 100 bioplynových stanic a dle odhadů se tento počet má do roku 2015 zvýšit na 400.

6.4.1 Bioplynová stanice v RIBE v Dánsku

Zemědělská bioplynová stanice v RIBE je jednou z největších v Dánsku. První spuštění zaznamenala v roce 1990. Vyprodukuje denně 12000 m³ bioplynu s průměrným obsahem 60% methanu, který je skladován v nízkotlakém plynojemu, z něhož se bioplyn plynovodem přepravuje do kogenerační stanice (vzdálené 2,5km). Tato bioplynová stanice zásobuje teplem a elektřinou více než 500 rodinných domů. Jelikož se v okolí se nachází nad 120 chovatelů skotu a prasat, stanice zpracovává až 400 tun kejdy a jatečních odpadů denně. Díky nádržím vyskytujících se na samotných zemědělských podnicích jsou k dispozici zásoby kejdy až na 9 měsíců. [71] [72]

6.4.2 Elektrárna Hodonín v ČR



Obr. 63 Elektrárna Hodonín [73]

Elektrárna Hodonín se řadí mezi nejstarší provozované elektrárny v Česku. Nachází se v jižní Moravě v blízkosti lignitového dolu a řeky Moravy. Postavěna byla v letech 1951 – 1957 jako uhelná elektrárna. V roce 1999 se spolu s lignitem začaly spalovat otruby. Dále probíhaly pokusy se spalováním lesní štěpky a během roku 2000 bylo zde spáleno přes 2400 tun biomasy. Celkový instalovaný výkon je **105 MW**. Od prosince 2009 je jeden z bloků elektrárny výhradně vytyčen ke spalování čisté biomasy. Toto zařízení dosahuje až 30 MW elektrického výkonu a každý den zprostředkuje 1200 tun biomasy. Nedávno zde došlo také ke zřízení laboratoře pro analýzy biomasy, třídíče biomasy a dopravní linky na peletky z biomasy s dopravním výkonem 20 tun za hodinu. Hodonínská elektrárna vyprodukovala za rok 2011 přes 223 GWh elektrické energie a je rovněž evropskou raritou co se týče přeshraniční dodávky tepla. [73]

6.5 Geotermální elektrárny

Díky pokročilejším a dostupnějším technologiím se i geotermální energie dostává mezi stále častěji využívané zdroje. Mnohé země rozvíjejí různé formy využití geotermální energie, v níž se skrývá obrovský potenciál. Počet projektů na výstavbu geotermálních elektráren v Evropě neustále přibývá. V loňském roce bylo v provozu 62 geotermálních elektráren, které vyrobily 11,4 TWh elektřiny. Z toho jich 48 leží na území členských států Evropské unie. Dalších 100 projektů na geotermální elektrárny se nachází v různém stupni rozpracovanosti. Ve větší sféře se geotermální energie využívá k lokálnímu vytápění. Takovýchto vytápěcích systémů je v Evropě 216 s kapacitou dosahující cca 4900 MWth a odhaduje se, že do roku 2015 přibude dalších 170 nových geotermálních zdrojů využívaných k vytápění, jejichž výkon má čítat cca 4000 MWth. [74]



Obr. 64 Nejvíce geotermálních elektráren funguje v Itálii. Převzato z [75]

Podle Rady pro geotermální energii v Evropě (EGEC) se výkon geotermálních elektráren za posledních 20 let více než zdvojnásobil. Do roku 2016 by se měl zvýšit až o 80%. Největší hojnost těchto elektráren nalezneme na Islandu, v rámci EU pak jednoznačně vévodí Itálie. Právě v Itálii v Larderello byla již v roce 1904 zprovozněna první geotermální elektrárna. Značný rozvoj se očekává v následujících letech v Německu, ve Francii a Španělsku. Přípravené jsou i projekty v České republice (Tanvald, Semily, Litoměřice, Dětřichov). Mnozí lidé se stavbami geotermálních elektráren nesouhlasí. Obávají se z ne zcela odzkoušené technologie, hlukům a vibracím při hloubení několik kilometrů hlubokých vrtů, a v neposlední řadě následným otřesům. Takový případ nastal před pár lety v Basileji ve Švýcarsku, který vyvolal řadu otřesů od 2,9 do 3,4 stupně Richterovy stupnice. Škoda byla vyčíslena na 170 milionů korun a celý projekt byl následně zastaven. [75]

7 Potenciál a perspektivy OZE

Fotovoltaické elektrárny na polích zaznamenaly v minulých letech obrovský vzestup. Tyto velké fotovoltaické elektrárny (na rozdíl od instalací fotovoltaiky na domech) mají výhodu v tom, že mají oboustranný přístup vzduchu k ochlazování a tedy lepší účinnost. Na druhou stranu zabírají nemalé zemědělské oblasti, které lze efektivněji využívat jednak k zemědělským účelům či k pěstování biomasy. Proto je mnohem vhodnější volit takové umístění, které by jinak zůstalo nadále nevyužito. Tím se nabízí kromě již nejvíce využívaných střešních prostor např. také veškerá větší parkovací místa před nákupními středisky, nemocnicemi a různými institucemi, přičemž by fotovoltaické panely mohly sloužit i jako přístřešek pro automobily a samozřejmě zejména k výrobě elektrické energie, kterou by mohli z větší části zásobovat právě příslušný objekt, případně blízké okolí. Například zvolíme-li si fotovoltaické panely o účinnosti $\eta = 16\%$ a budeme-li uvažovat disponibilní plochu parkoviště $A = 10000 \text{ m}^2$, lze výpočtem stanovit přibližný instalovaný výkon fotovoltaického zařízení:

$$P_{MPP} = A \cdot \eta \cdot 1 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} = 10000 \text{m}^2 \cdot 0,16 \cdot 1 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} = 1600 \text{kW}_p \quad (13)$$

Tato možná řešení by bylo možné uplatnit ve většině států EU. Další zajímavý návrh lze nalézt již při samotné instalaci střešní krytiny u novostaveb domů nebo případně její výměny u stávajících domů a to spojením obou technologií v jednu – fotovoltaické panely by mohly úplně nahradit střešní krytiny, a tím by mohlo dojít i k následné úspoře.

Zajímavý potenciál by mohl také vzkvést z využívání vody ze střešních okapů. Na střechu dopadá během roku poměrně velké množství krychlových metrů vody. Žlab okapu posléze odvádí vodu do odpadních kanálů, přičemž zůstává nevyužita. Nabízí se tak myšlenka, zda nelze tuto energii také nějak využít. Aby tato myšlenka měla smysl, musel by se zřejmě zhotovit systém, který by poté fungoval na principu malé elektrárničky. Takto bychom mohli sice získat menší množství využitelné energie, ovšem opravdu malé, téměř zcela zanedbatelné. Proto bude lepší hledat vodní potenciál někde jinde. Většina vhodných míst, kde lze účinně využívat vodní energii jsou již obsazena vodními elektrárnami. Přesto bychom mohli v EU nalézt ještě řeky, na kterých by některá nová vodní elektrárna mohla ještě vzniknout. Záleží na konkrétních podmínkách. Pro příklad uvedeme vybudování nové vodní elektrárny na řece Ebro ve Španělsku, na které jsou již vybudovány dvě vodní elektrárny. Budeme-li počítat s návrhovým průtokem na dolním toku u města Tortosa $Q = 618 \text{ m}^3/\text{s}$,

spádovou výškou $H = 10 \text{ m}$, účinností $\eta = 80\%$, ($\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$), pak bychom dosáhli plného provozního elektrického výkonu:

$$P_{el} = \eta \cdot \rho_w \cdot g \cdot Q \cdot H = 0,80 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 618 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 10 \text{ m} = 48,5 \text{ MW} \quad (14)$$

Taková vodní elektrárna vyžaduje určitý spád, k jehož docílení by muselo dojít i k zaplavením určité oblasti, která je již obsazena lidskou populací. Ta by následně musela opustit svůj domov. Této situaci EU nechce dopustit a nepřeje si tak, aby nastal stav jako v Číně, kde muselo svoje domovy kvůli vybudování přehrady Tři soutěsky opustit přibližně 1,3 milionů lidí. Dalším omezujícím faktorem výstavby nové přehrady je vodní doprava.

Pro další vodní rozvoj vodní energie tak zůstává možnost rekonstrukce stávajících starších vodních elektráren postavených před cca 50 lety. Cílem by bylo zvýšit účinnost výroby za pomoci využití novějších technologií (dokonalejší konstrukce turbín a celkové uspořádání).

Potenciál všech obnovitelných zdrojů má své obrovské rezervy. Evropská unie si je toho vědoma a do budoucna lze dle veškerých možností očekávat značný růst v celé EU.

Závěr

V této práci jsem uvedl obecné zásady využití obnovitelných zdrojů energie pro energetické účely. Seznámil jsem se s konkrétními možnostmi a hlavní podstatou využití obnovitelných zdrojů energie. Obnovitelné zdroje jsou takové zdroje, které můžeme využívat opakovaně, ať už samovolně v přírodě nebo s přispěním lidské činnosti. Mezi typické obnovitelné zdroje energie zahrnujeme sluneční energii, větrnou energii, vodní energii, biomasu a geotermální energii. Někdy k obnovitelným zdrojům řadíme také energii vodíku, energii oceánů a moří a také i důlní plyn. U jednotlivých využívaných obnovitelných zdrojů jsem uvedl také hlavní výhody a nevýhody a dále jsem popsal základní využití dané energie.

V další části jsem popsal přírodní a technické podmínky a možnosti využití jednotlivých obnovitelných zdrojů. Zabýval jsem se také legislativou obnovitelných zdrojů v Evropské unii. Optimální mix OZE je kromě politických priorit otázkou dostupnosti jednotlivých zdrojů. Vzhledem k odlišným přírodním podmínkám se využití obnovitelných zdrojů liší dle rozložení dané země, resp. její části. Například jih Španělska je nejideálnějším místem pro využívání solární energie, poněvadž na jeho území dopadá nejsilnější sluneční záření. V této oblasti je nejvhodnější stavět koncentrační solární elektrárny, které díky akumulaci mohou dodávat naakumulovanou energii i v noci. Španělsko spolu s Německem jsou vůbec největšími lídry ve využití obnovitelných zdrojů, zejména v solárních a větrných elektrárnách. Nejpriznivější podmínky pro energii větru jsou tam, kde je rychlost větru co největší. Kromě Španělska a Německa můžeme jmenovat např. Velkou Británii, Francii, Irsko, Dánsko. Asi zatím nejděle využitelným obnovitelným zdrojem v EU jsou vodní elektrárny. Ovšem i ve vodní energii je stále v mnoha státech ještě nevyužitý potenciál. Využití biomasy je v EU vůbec nejrozšířenější a v plánu je stále další rozvoj. Co se týče geotermální energie, její dostupnost je už v EU omezenější. Nejvíce ji využívá Itálie, která má také nejprizhodnější podmínky.

Dále jsem se popsal situaci OZE v EU včetně vlivu na přenosovou soustavu. Například fotovoltaické elektrárny je možno instalovat v místě spotřeby, čímž se sníží ztráty v přenosové soustavě. Výroba větrných elektráren je vyšší v zimě, kdy je vyšší i spotřeba energie. Biomasu, bioplyn a vodní energii je možno (alespoň částečně) využít k regulaci výroby a vyrovnávání energetické bilance. Z tohoto pohledu je pozitivní, že řada států uvažuje o využití biomasy výhradně v teplárenském režimu.

Součástí této práce nechybí ani popis stavu v jednotlivých státech EU, kde je naznačen předpokládaný možný potenciál. Je zřejmé, že kromě přírodních a technických podmínek, závisí také na politických a ekonomických pobídkách daného státu. To ve značné míře ovlivňuje nové i stávající investory do těchto obnovitelných zdrojů energie, poněvadž lepší legislativní podmínky mohou upřednostnit vzniku využití určitého druhu energie i navzdory horším přírodním podmínkám. V závěrečné části práce jsou uvedeny a popsány konkrétní typy zařízení využívaných pro OZE v EU.

Z důvodu hrozícího vyčerpání fosilních paliv a šetrnosti k životnímu prostředí je využívání OZE snad nejvhodnějším způsobem získávání potřebné elektřiny a tepla. Evropská unie se snaží řešit náhradu neobnovitelných zdrojů právě zdroji obnovitelnými a tím chce docílit kromě snížení závislosti na dovozu fosilních paliv také ke zlepšení stavu životního prostředí. Zároveň se vytvářejí nové pracovní pozice díky podpoře obnovitelných zdrojů. Podpora a vývoj OZE patří v současnosti na jedno z předních pozic ve státech EU, kde o jejich trvale udržitelném rozvoji slyšíme čím dál častěji. Stále více uživatelů si je vědoma jejich výhod a výhodnosti převážně z dlouhodobého hlediska. Je zde však i řada překážek pro využití obnovitelných zdrojů k výrobě energie (proudu a tepla). Hlavní je všeobecně známý fakt, že ve většině případů je energie z obnovitelných zdrojů dražší než získávaná z fosilních paliv. Navíc technologie na výrobu z OZE jsou nákladné a počáteční investice bývá dost vysoká. Přesto se jedná se o jednu z nejvhodnějších cest k zajištění vývoje civilizace.

Použitá literatura

1. KAMINSKÝ, J. a M. VRTEK. *Obnovitelné zdroje energie*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1999. ISBN 80-7078-445-8.
2. *O solární energii a slunečním záření - Solární-energie.info* [online]. © 2010 [cit. 2012-12-16]. Dostupné z: <http://www.solarni-energie.info/informace.php>
3. MURTINGER, K. a J. TRUXA. *Solární energie pro váš dům*. Brno: Vydavatelství ERA, 2005. ISBN 80-7366-029-6.
4. *Solární energie* [online]. © 2010 [cit. 2013-01-12]. Dostupné z: http://www.solarni-energie.net/?utm_source=adwords&utm_medium=CZP&utm_content=Sol%C3%A1rn%C3%AD%2Benergie&utm_campaign=SW%2BSol%C3%A1rn%C3%AD%2Benergie
5. *Solární panely - MICRONIX, spol. s r.o.* [online]. © 2009 [cit. 2013-01-12]. Dostupné z: <http://www.micronix.cz/solarix/zakladni-informace/solarni-panely>
6. *Přeměna solární energie* [online]. © 2011 [cit. 2012-12-16]. Dostupné z: <http://www.solarni-energie.net/premena-solarni-energie>
7. VALEŠ, J. *Rozvoj solární techniky v ČR a ve světě*. Plzeň: 2011. Bakalářská práce. ZČU v Plzni, Fakulta elektrotechnická, Katedra technologií a měření.
8. *SOLÁRNÍ ENERGIE* [online]. [cit. 2013-01-31]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/solar.htm>
9. KOS, M.: *Solární systémy* [online]. © 2009 [cit. 2013-02-01]. Dostupné z: <http://www.energeticky.cz/62-solarni-systemy.html>
10. *Využití solární energie* [online]. © 2009 [cit. 2013-01-24]. Dostupné z: <http://www.solarni-energie.net/vyuziti-solarni-energie>
11. *Solární panely a kolektory Bramac do krytiny - OBB - pro Vaši střechu to nejlepší* [online]. © 2013 [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: <http://www.obb.cz/produkty/solarni-kolektory-bramac/>
12. KOSMÁK, F.: *Princip fotovoltaického článku — Elekrika.cz, portál o silnoproudé elektrotechnice, elektroinstalace, vyhlášky, schémata zapojení.* [online]. © 2009 [cit. 2013-02-01]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/princip-fotovoltaickeho-clanku>
13. MURTINGER, K., J. BERANOVSKÝ a M. TOMEŠ. *Fotovoltaika - Elekřina ze slunce*. Brno: Vydavatelství ERA, 2008. ISBN 978-80-7366-133-5.
14. *Czech RE Agency - Fotovoltaika pro každého* [online]. © 2009 [cit. 2013-02-01]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika#vyvoj>
15. *EkoWATT : Informace : Obnovitelné zdroje energie : Energie větru* [online]. © 2007 [cit. 2013-02-02]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-vetru>
16. *Energie větru | Energetický poradce PRE* [online]. [cit. 2013-02-03]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/obnovitelne-zdroje/energie-vetru/>
17. BROŽ, K. a B. ŠOUREK. *Alternativní zdroje energie*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02802-X.
18. *Energie vody | Energetický poradce PRE* [online]. [cit. 2013-02-03]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/obnovitelne-zdroje/energie-vody/>
19. *EkoWATT : Informace : Obnovitelné zdroje energie : Energie vody* [online]. © 2007 [cit. 2013-02-03]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-vody>
20. ŠKORPIL, J. a M. KASÁRNÍK. *Obnovitelné zdroje energie I. Vodní elektrárny*. Plzeň: Vydavatelství Západočeská univerzita v Plzni, 2000. ISBN 80-7082-675-4.
21. *EkoWATT : Informace : Obnovitelné zdroje energie : Energie biomasy* [online]. © 2007 [cit. 2013-02-04]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-biomasy>
22. *Energie biomasy | Energetický poradce PRE* [online]. [cit. 2012-02-04]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/obnovitelne-zdroje/energie-biomasy/>
23. *Obnovitelné zdroje energie | Nazeleno.cz* [online]. © 2008 [cit. 2013-01-31]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/obnovitelne-zdroje-energie.dic>
24. *Alternativní zdroje energie - Vodní elektrárny, geotermální energie* [online]. [cit. 2013-02-04]. Dostupné z: <http://www.alternativni-zdroje.cz/vodni-geotermalni-energie.htm>
25. ŠKORPIL, J., J. MERTLOVÁ a B. WILLMANN. *Obnovitelné zdroje a jejich začleňování do energetických*

- systemů. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2008. ISBN 978-80-7043-733-9.
26. *Geotermální energie | Obnovitelné zdroje | Skupina ČEZ* [online]. © 2013 [cit. 2013-02-04]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/geotermalni-energie.html>
 27. *Moře a oceány jako nevyčerpatelný zdroj energie | Zelené zprávy* [online]. © 2011 [cit. 2013-02-04]. Dostupné z: <http://www.zelenezpravy.cz/more-a-oceany-jako-nevyčerpatelny-zdroj-energie/>
 28. MUSIL, P. *Globální energetický problém a hospodářská politika - se zaměřením na obnovitelné zdroje*. Praha: C. H. Beck, 2009. ISBN 978-80-7400-112-3.
 29. *SolarGIS: Free solar radiation maps download page - GHI* [online]. © 2012 [cit. 2013-01-24]. Dostupné z: <http://solargis.info/doc/index.php?select=71>
 30. *Solární systémy* [online]. © 2010 [cit. 2013-02-01]. Dostupné z: <http://www.solarni-energie.net/solarni-systemy>
 31. *Data and maps* [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupné z: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps>
 32. *Renewable Energy Resources - Library - Index - Global Energy Network Institute - GENI is the highest priority objective of the World Game (R. Buckminster Fuller)* [online]. © 2013 [cit. 2013-04-27]. Dostupné z: <http://www.geni.org/globalenergy/library/renewable-energy-resources/world/europe/geo-europe/index.shtml>
 33. *Energetická legislativa EÚ | Všetky sekcie | Menu | komplexne a vecne* [online]. © 2010 [cit. 2013-03-22]. Dostupné z: <http://www.energia.sk/legislativa/vsetky-sekcie/energeticka-legislativa-eu/0264/>
 34. NENOVA, S.: *Energie z obnovitelných zdrojů* [online]. © 2012 [cit. 2013-03-16]. Dostupné z: http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/cs/FTU_4.13.4.pdf
 35. *Promotion of the use of energy from renewable sources* [online]. © 2010 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: http://europa.eu/legislation_summaries/energy/renewable_energy/en0009_en.htm
 36. *Euroskop.cz - Energie - Energie v prosinci 2012* [online]. © 2013 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <https://www.euroskop.cz/8440/21791/clanek/energie-v-prosinci-2012/>
 37. DOLEŽALOVÁ, H.: *Ekonomické nástroje podpory využívání obnovitelných zdrojů* [online]. © 2010 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/ekonomicke-nastroje-podpory-vyuzivani-obnovitelnych-zdroju>
 38. FIALOVÁ, J. *Energetická politika EU – realnost využití obnovitelných zdrojů energie*. Praha: 2007. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze, Fakulta mezinárodních vztahů, Katedra světové ekonomiky. Dostupné také z: https://www.vse.cz/vskp/show_evskp.php?evskp_id=4330
 39. RAFAJ, J.: *Vývoj výroby elektřiny z OZE* [online]. [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/tee/tee-2012/prezentace/rafaj_jan.pdf
 40. *Databáze Eurostatu* [online]. © 2013 [cit. 2013-2-27]. Dostupné z: <http://apl.czso.cz/pll/eutab/html.h>
 41. STUHLÍK, J.: *Větrné elektrárny v Evropě zažily rekordní rok - E15.cz / zprávy* [online]. © 2013 [cit. 2013-02-17]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/vetrne-elektrarny-v-evrope-zazily-rekordni-rok-957416>
 42. *Datová sekce ENERGOSTATu o energetice v Evropské unii - Energostat* [online]. © 2012 [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: <http://energostat.cz/eu-energetika.html>
 43. *EnviWeb - EU plní závazky: do 2020 obnovitelné zdroje přesáhnou 20 %* [online]. © 2011 [cit. 2013-01-24]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/energie/84803/eu-plni-zavazky-do-2020-obnovitelne-zdroje-presahnou-20>
 44. *Solární Novinky cz* [online]. © 2010 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.solarninovinky.cz/2010/index.php?rs=4&rl=2010022403&rm=28>
 45. BECHNÍK, B.: *Národní akční plány zemí EU - instalovaný výkon OZE elektráren - TZB-info* [online]. © 2011 [cit. 2013-04-09]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/7266-narodni-akcni-plany-zemi-eu-instalovany-vykon-oze-elektraren>
 46. *Teritoriální informace - země | BusinessInfo.cz* [online]. © 2013 [cit. 2013-04-09]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cs/zahranicni-obchod-eu/teritorialni-informace-zeme.html>
 47. *Sluneční elektrárny, stav k 1.1.2013* [online]. © 2013 [cit. 2013-04-09]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/licence/info_o_drzitelich/OZE/SLE.pdf
 48. *V Německu otevřeli největší solární elektrárnu v Evropě – Novinky.cz* [online]. © 2009 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/zahranicni/evropa/176925-v-nemecku-otevrel-i-nejvetsi-solarni->

- elektrarnu-v-evrope.html
49. *Gemasolar: the World's First 24/7 Solar Power Plant* | WANDERLUST [online]. © 2012 [cit. 2013-04-27]. Dostupné z: <http://wanderlustmind.com/2012/08/28/gemasolar-the-worlds-first-247-solar-power-plant/>
 50. *Siemens Student Award - Engineerized City* [online]. © 2011 [cit. 2013-05-02]. Dostupné z: <http://firstcontest.studentaward-middleeast.com/idea.php?id=387>
 51. NEJEDLÝ, P.: *Nejmodernější solární elektrárna na světě: Španělský Andasol* | *Nazeleno.cz* [online]. © 2009 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/fotovoltaika-1/nejmodernejsi-solarni-elektrarna-na-svete-spanelsky-andasol.aspx>
 52. GROHMANN, J.: *Renault pokryje své továrny solárními panely - Ekologické bydlení* [online]. © 2011 [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/solarni-elektrarny/renault-pokryje-sve-tovarny-solarnimi-panely>
 53. *Pocking Solar Park* - *Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. © 2013 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Pocking_Solar_Park
 54. *Rumunská větrná elektrárna ČEZu je největší v Evropě — Ekonomika — ČT24 — Česká televize* [online]. © 2012 [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/199210-rumunska-vetrna-elektrarna-cezu-je-nejvetsi-v-evrope/>
 55. LESCHINGEROVÁ, M.: *5 nejzajímavějších větrných elektráren* | *Nazeleno.cz* [online]. © 2011 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/5-nejzajimavejsich-vetrnych-elektraren.aspx>
 56. *Middelgrunden wind farm has a total length of 3.4km* [online]. © 2012 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: <http://www.power-technology.com/projects/middelgrunden/middelgrunden16.html>
 57. *Energy Independence: How Denmark Kicked Its Foreign Oil Habit* - *Neatorama* [online]. © 2008 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: <http://www.neatorama.com/2008/01/01/energy-independence-how-denmark-kicked-the-foreign-oil-habit/>
 58. *Middelgrunden* - *Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. © 2013 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Middelgrunden>
 59. HORČÍK, J.: *Vertiwind – nový typ plovoucí větrné turbíny - Ekologické bydlení* [online]. © 2011 [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/vetrna-energie/vertiwind-novy-typ-plovouci-vetrne-turbiny>
 60. *Offshore Energy: France's 2MW Vertiwind | Vertical Wind Turbine Info* [online]. [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: <http://www.verticalwindturbineinfo.com/offshore-energy-frances-2mw-vertiwind/>
 61. *VERBUND Power Plants - run-of-river plant - Altenwörth* [online]. © 2013 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.verbund.com/pp/en/run-of-river-power-plant/altenwoerth>
 62. *Panoramio - Photo of Flood hatches and hydro power plant at Altenwörth* [online]. © 2012 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.panoramio.com/photo/75483207>
 63. *Kraftwerk Altenwörth* – *Wikipedia* [online]. © 2012 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: http://de.wikipedia.org/wiki/Kraftwerk_Altenw%C3%B6rth
 64. *Plaviņas Hydroelectric Power Station* - *Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. © 2010 [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/P%C4%BCavi%C5%86as_Hydroelectric_Power_Station
 65. *Characteristics of hydropower plants* [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: http://www.latvenergo.lv/portal/page/portal/english/latvenergo/main/about_latvenergo/energy_production/hidroelektrostacijas
 66. *Přilivová elektrárna na řece Rance (www.infoglobe.cz)* [online]. © 2009 [cit. 2013-04-26]. Dostupné z: <http://www.infoglobe.cz/zajimavosti/prilivova-elektrarna-na-rece-rance/>
 67. *Div Olomouckého kraje? Elektrárna Dlouhé stráně | Cestování aktuality | www.lidovky.cz* [online]. © 2011 [cit. 2013-04-26]. Dostupné z: http://cestovani.lidovky.cz/div-olomouckeho-kraje-elektrarna-dlouhe-strane-fr5-/aktuality.aspx?c=A111024_164705_aktuality_glu
 68. *Pumpspeicherkraftwerke - Strom, Wasser, Energie, Netz, Pumpspeicherkraftwerk, Generator - Erneuerbare Energie Nachrichten* [online]. © 2010 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: <http://www.energieblog24.de/pumpspeicherkraftwerke/>
 69. *Goldisthal - Im oberen Schwarzwatal* [online]. © 2010 [cit. 2013-04-26]. Dostupné z: <http://www.goldisthal.de/pumpspeicherwerk/>
 70. *The hydro-power plant units in Resita | About us | CEZ Romania* [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.cez.ro/en/about-us/cez-companies/power-generation/the-hydro-power-plant-units-in-resita.html>
 71. SCHULZ, H. a B. EDER. *Bioplyn v praxi*. Ostrava: HEL, 2004. ISBN 80-86167-21-6.

72. SLADKÝ, V.: *Biom : Václav Sladký : Dánské regionální bioplynové stanice : Biom.cz* [online]. © 2006 [cit. 2013-05-02]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/danske-regionalni-bioplynovne-stanice>
73. *Hodonín | Uhelné elektrárny | Skupina ČEZ* [online]. © 2013 [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elekriny/uhelne-elekrarny/cr/hodonin.html#!&zoom=12>
74. *Počet projektů na využití geotermální energie v Evropě strmě stoupá - Press - CIAnews.cz* [online]. © 2013 [cit. 2013-04-17]. Dostupné z: <http://www.cianews.cz/tiskove-zpravy-press/pocet-projektu-na-vyuziti-geothermalni-energie-v-evrope-strme-stoupa-591949/>
75. *V Evropě přibývají geotermální elektrárny, loni vyrobily 11,4 TWh - Ekolist.cz* [online]. © 2013 [cit. 2013-04-17]. Dostupné z: <http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/v-evrope-pribyvaji-geothermalni-elekrarny-loni-vyrobily-11-4-twh>
76. LIBRA, M. a V. POULEK. *Fotovoltaika, teorie i praxe využití solární energie*. Praha: Vydavatelství ILSA, 2009. ISBN 978-80-904311-0-2.
77. VRTEK, M. *Renewable Sources in Energy Systems*. Tarnów: TANT Publishers, 2009. ISBN 78-83-928990-0-6.
78. BOYLE, G. *Renewable Energy*. Oxford: Oxford University Press, 2004. ISBN 0-19-926178-4.
79. *EkoWATT : Informace : Obnovitelné zdroje energie : Energie slunce - sluneční teplo, ohřev vody a vzduchu* [online]. © 2007 [cit. 2013-01-31]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-slunce---slunecni-teplo-ohrev-vody-a-vzduchu>
80. *Solární energie* [online]. © 2011 [cit. 2013-01-31]. Dostupné z: <http://www.uspory-energie.com/solarni-energie>
81. *Solární panely* [online]. © 2010 [cit. 2013-02-01]. Dostupné z: <http://www.fotovoltaicke-systemy.info/>
82. *Systémy připojené na síť* [online]. [cit. 2013-02-02]. Dostupné z: <http://www.solarenci.cz/slunecni-elekrarny/typy-instalaci/off-grid/>
83. *Euroskop.cz - Energetika* [online]. © 2013 [cit. 2013-03-28]. Dostupné z: <https://www.euroskop.cz/8950/sekce/energetika/>
84. *Větrná energie 9 - Ekologické bydlení* [online]. © 2013 [cit. 2013-04-03]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/tag/vetrna-energie/page/9>
85. JURIGA, R.: *Masivní nástup OZE ve světě a v Evropě pokračuje - Deník Referendum* [online]. © 2012 [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://www.denikreferendum.cz/clanek/13347-masivni-nastup-oze-ve-svete-a-v-evrope-pokracuje>
86. QUASCHING, V. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3250-3.
87. WAGNER, V.: *Mořské větrné farmy* [online]. © 2011 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://hp.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/energetika/vitr.htm>

