

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomických teorií



Diplomová práce

**Ekonomické hodnocení decentralizované výroby energií
v podmínkách průmyslového podniku**

Bc. Hana Hönigová

© 2023 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Hana Hönigová

Podnikání a administrativa

Název práce

Ekonomické hodnocení decentralizované výroby energií v podmínkách průmyslového podniku

Název anglicky

Economic evaluation of decentralized energy production in the conditions of an industrial enterprise

Cíle práce

Cílem diplomové práce je sestavení ekonomického modelu fungování fotovoltaické elektrárny v zemědělském podniku a nastavení vhodné marketingové komunikace vůči potenciálním zákazníkům start-up firmy. Budou zohledněny ekonomické toky po dobu životnosti investice do fotovoltaického systému vybraného podniku v České republice. Výnosy (příjmy) budou zohledňovat úspory na nákladech za spotřebovanou energii, výnosy z prodeje přetoků energie. Hlavními nákladovými (výdajovými) položkami budou investiční náklady, provozní náklady a náklady na financování investice. Při výpočtu nákladů bude zohledněna dotační podpora. Výstupem ekonomického modelu bude ukazatel ekonomické čisté současné hodnoty (ENPV) investice.

Metodika

V práci bude jako první krok použita metoda deskriptivní popisující současný stav spojitostí obnovitelných zdrojů energie, trendů a vývoje cen energií. Na základě popisu a získaných dat bude možné komparativní metodou porovnat jednotlivé firmy zabývající se fotovoltaickými elektrárnami. Na základě komparace a popisu bude možné vytvořit model FVE, ekonomicky zhodnotit potenciál výroby vlastní energie a pomůže marketingu určit správnou komunikaci k zákazníkům. Na závěr bude použita metoda syntézy k zhodnocení ekonomického potenciálů a nastavení vhodné marketingové komunikace.

Pro teoretickou část budou prostudovány základní zdroje literatury, normy, internetové odkazy a další prameny, následně bude provedena literární rešerše v oblasti obnovitelných zdrojů energie a strategie v energetice. V praktické části práce bude provedeno vyhodnocení a uvedeny nové případné teoretické předpoklady a názory.

Hypotézy:

1. Návratnost investice v daných podmínkách s dotací je menší než 5 let
2. Návratnost investice v daných podmínkách bez dotace je menší 10 let

Doporučený rozsah práce

60-80 stran

Klíčová slova

Obnovitelné zdroje energie, makretingová komunikace, fotovoltaika, Green Deal, dekarbonizace, taxonomie, globální oteplování, ceny energie, ostrovní systém, návratnost investice

Doporučené zdroje informací

- Belmili, H., Haddadi, M., Bacha, S., Almi, M. F., & Bendib, B. (2014). Sizing stand-alone photovoltaic-wind hybrid system: Techno-economic analysis and optimization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 821-832.
- Brčák, J., Sekerka, B., Severová, L. & Svoboda, R. (2020). *Mikroekonomie: teorie a aplikace*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-818-1.
- Journal of Cleaner Production, 278, 123561. 6. Cucchiella, F., D'Adamo, I., & Gastaldi, M. (2017). Economic analysis of a photovoltaic system: A resource for residential households. *Energies*, 10(6), 814.
- KOTLER, P. – ARMSTRONG, G. *Marketing*. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0513-3.
- KOTLER, P. – TRÍAS DE BES MINGOT, F. *Inovativní marketing : jak kreativním myšlením vítězit u zákazníků*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0921-.
- Leite, G. D. N. P., Weschenfelder, F., Araújo, A. M., Ochoa, Á. A. V., Neto, N. D. F. P., & Kraj, A. (2019). An economic analysis of the integration between air-conditioning and solar photovoltaic systems. *Energy Conversion and Management*, 185, 836-849.
- OECD. Publishing, & Organisation for Economic Co-operation and Development. (2015). *Green Finance and Investment Mapping Channels to Mobilise Institutional Investment in Sustainable Energy*. OECD Publishing.
- Peters, I. M., Sofia, S., Mailoa, J., & Buonassisi, T. (2016). Techno-economic analysis of tandem photovoltaic systems. *RSC advances*, 6(71), 66911-66923.
- Price, G. D. (2018). *Renewable Power and Energy, Volume I: Photovoltaic Systems*. Momentum Press.
- Spertino, F., Di Leo, P., & Cocina, V. (2013). Economic analysis of investment in the rooftop photovoltaic systems: A long-term research in the two main markets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 531-540.
-

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – PEF

Vedoucí práce

doc. PhDr. Ing. Lucie Severová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekonomických teorií

Elektronicky schváleno dne 5. 7. 2022

doc. PhDr. Ing. Lucie Severová, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 2. 11. 2022

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 12. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Ekonomické hodnocení decentralizované výroby energie v zemědělském podniku" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.3.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí diplomové práce doc. Ing. PhDr. Lucii Severové, Ph.D. za odborné vedení, vstřícný přístup a cenné rady pro zpracování diplomové práce.

Ekonomické hodnocení decentralizované výroby energií v podmínkách průmyslového podniku

Abstrakt

Fenoménem 20. století byl rozvoj energetiky, a i v současné době celosvětová spotřeba po energie exponenciálně roste. Diplomová práce je zaměřena na potřebu obnovitelných zdrojů energie a na konkrétním případě navrhované fotovoltaické elektrárny vyhodnocuje ekonomiku provozu a návratnost investice.

Cílem práce je sestavení ekonomického modelu fungování fotovoltaické elektrárny v zemědělském podniku na základě navrženého technicko-energetického modelu. Součástí je i vymezení specifík marketingového mixu solární energie pro komunikaci se zákazníky. Teoretická část práce se zabývá vymezením základních pojmů a strategií v energetice a přehledem současného stavu v problematice obnovitelných zdrojů energie.

V praktické části je na základě dispozic objektu a preferencí investora navržen optimální technicko-energetický model a následně je provedena ekonomická analýza. Výsledkem diplomové práce jsou na základě nákladů a výnosů vyhodnoceny doba návratnosti investice, čistá současná hodnota a vnitřní výnosové procento bez započtení dotace i po započtení dotace. Na základě vyhodnocení ekonomického modelu je doba návratnosti investice bez dotace 16 let a IRR 11,25 % a po započtení dotace je návratnost 6 let a IRR 21,44 % dle definovaných podmínek. Součástí praktické práce je i marketingový mix fotovoltaické elektrárny.

Investice do fotovoltaiky kromě pokrytí vlastní spotřeby přináší i příjem z prodeje přetoků energie. Přínos práce je v mezioborovém vyhodnocení fotovoltaické energie a investiční příležitosti v kontextu strategie Evropské komise.

Klíčová slova: obnovitelné zdroje energie, skleníkové plyny, návratnost investice, čistá současná hodnota, provozní náklady, fotovoltaika, Pařížská dohoda, energetická bilance, dekarbonizace, marketingový mix

Economic evaluation of decentralized energy production in the conditions of an industrial enterprise

Abstract

The development of the energy industry was a phenomenon of the 20th century, and even today, global energy consumption is growing exponentially. This final thesis focuses on the need for renewable energy sources and evaluates the economics of operation and return on investment using the specific case of a proposed photovoltaic power plant.

The aim of the thesis is to build an economic model for the operation of a photovoltaic power plant on a farm based on the proposed technical and energy model. It also includes the definition of the specifics of the marketing mix of solar energy for communication with customers. The theoretical part of the thesis deals with the definition of basic concepts and strategies in the energy sector and an overview of the current state of the art in the field of renewable energy.

The optimal technical-energy model is designed in the practical part based on the building layout and investor's preferences and then an economic analysis is performed. As a result of the thesis, the investment payback period, the net present value and the internal rate of return without and after subsidy are evaluated based on costs and benefits. Based on the evaluation of the economic model, the payback period of the investment without subsidy is 16 years and IRR is 11.25% and after including the subsidy the payback period is 6 years and IRR is 21.44% according to the defined conditions. The marketing mix of the photovoltaic power plant is also part of the practical work.

In addition to covering its own consumption, the investment in photovoltaics also generates income from the sale of surplus energy. The contribution of the thesis is in the interdisciplinary evaluation of photovoltaic energy and investment opportunities in the context of the European Commission strategy.

Keywords: renewable energy, greenhouse gases, return on investment, net present value, operating costs, photovoltaics, Paris Agreement, energy balance, decarbonisation, marketing mix

Obsah

1 Úvod	11
2 Cíl práce a metodika.....	12
2.1 Cíl práce	12
2.2 Metodika	12
2.2.1 Technický model	13
2.2.2 Ekonomický model.....	14
2.2.3 Marketingový mix	16
3.1 Globální a evropské strategie v energetice.....	18
3.1.1 Pařížská dohoda.....	21
3.1.2 Strategie vnějšího zapojení EU v oblasti energetiky	23
3.1.3 Zelená dohoda pro Evropu	24
3.1.4 Fit for 55	26
3.1.5 Energetická unie	29
3.1.6 Čistá energie pro všechny Evropany	30
3.1.7 Katowický balíček	31
3.1.8 EU taxonomie	31
3.2 Národní energetické dokumenty	32
3.2.1 Národní energetické a klimatické plány (NECP).....	33
3.2.2 Státní energetická koncepce	34
3.2.3 Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu	35
3.3 Energetika v České republice.....	36
3.4 Obnovitelné zdroje energie	41
3.4.1 Princip solární energie.....	43
3.4.2 Solární energie v zemědělském sektoru	46
4 Praktická část práce	48
4.1 Technicko-energetický model.....	48
4.2 Ekonomický model	52
4.3 Klasifikace marketingového mixu	59
4.3.1 Produktový mix fotovoltaických systémů	60
4.3.2 Distribuce solární energie.....	61
4.3.3 Cenový mix solární energie.....	62
4.3.4 Propagační mix solární energie	63
5 Výsledky a diskuse.....	65
6 Závěr	70
7 Seznam použitých zdrojů	72

8 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk.....	77
Seznam obrázků	77
Seznam tabulek.....	77
Seznam použitých zkratk.....	78

1 Úvod

Spotřeba energie celosvětově zaznamenává exponenciální nárůst. Dá se ale i říct, že moderní energetika se současně stala pilířem prosperity a bez cenově dostupné energie nebudou dostupné ani potraviny, teplo, doprava, ale například také voda.

Moderní civilizace 20. a 21. století byla vytvořena fosilními zdroji energie, jakými jsou ropa, uhlí a zemní plyn a jakákoliv přeměna technické základny je dlouhodobá. V současné době pochází více než 80 % energie právě z fosilních paliv a navzdory evropským strategiím a cílům tento podíl neustále narůstá.

Na naší planetě žije současně přibližně 7,8 miliardy obyvatel a roční přírůstek činí cca 1.3 % a každých 12 let se počet obyvatel zvýší o 1 miliardu. Potřeba energetických surovin a zdrojů se tak v příštích letech i desetiletích bude stále navyšovat. Nutno podotknout, že přibližně 80 % obyvatel Země žije v rozvojových zemích. Základním úkolem každého státu by mělo postarat se o občany, pokud nejsou schopni zajistit si základní potřeby k životu.

Ve snaze transformace ekonomiky na klimaticky neutrální je hlavním lídrem Evropa. Snaží se být současně defacto i průkopníkem v dekarbonizaci ekonomiky, avšak i další země se přihlásily k cílům Pařížské dohody, jako i USA, Kanada, Čína, Japonsko, Jižní Korea. S ohledem na aktuální bezpečnostní situaci, je stále více diskutována také energetická bezpečnost. Ta je založena na základních principech tak, aby energie byla dostupná na správném místě, ve správném čase, množství a za dostupnou cenu.

Všechny formy energie, které využíváme na Zemi, souvisí se slunečním zářením, které na ni dopadá. Na Zemi dopadá každým rokem přibližně 23 000 TW energie ze Slunce a její teoretický potenciál je nesmírný, přičemž její využívání ve srovnání s kapacitou je minimální. Diskutovanou otázkou je také využívání a zásoby fosilních paliv, přičemž otázkou je jejich efektivní a s ohledem na životní prostředí šetrná přeměna na energii.

Obnovitelné zdroje již jsou a daleko více ještě budou součástí našeho života. Je třeba však si uvědomit, že jejich využívání není bezproblémové. Výzvou 21. století je kromě vyhledávání obnovitelných zdrojů energie a decentralizované výroby energie také zvyšování energetické účinnosti, energetické úspory a digitalizace.

2 Cíl práce a metodika

V následujících kapitolách 2.1 a 2.2 je definován cíl diplomové práce a hypotézy a dále metodika vyhodnocení praktické části.

Výzkumná otázka: Je při stávajících cenách elektrické energie ekonomicky výhodná investice do fotovoltaické elektrárny s potenciálem prodeje přetoků elektřiny do distribuční sítě?

2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce je sestavení ekonomického modelu fungování fotovoltaické elektrárny v zemědělském podniku a nastavení vhodné marketingové komunikace vůči potenciálním zákazníkům.

Dílčí cíle:

1. Sestavení technicko-energetického modelu na základě návrhu fotovoltaické elektrárny, která odpovídá dispozičním objektu.
2. Sestavení ekonomického modelu posouzení nákladů a výnosů z navržené elektrárny, vyhodnocení návratnosti investice i na základě potenciálního prodeje přetoků energie do distribuční sítě.
3. Vyhodnocení specifík marketingového mixu pro nastavení vhodné komunikace EC (Energy Contracting) firem.

Hypotézy:

1. Návratnost investice v daných podmínkách s dotací je menší než 5 let.
2. Návratnost investice v daných podmínkách bez dotace je menší 10 let.

2.2 Metodika

V práci bude jako první krok použita metoda deskriptivní popisující současný stav spojitostí obnovitelných zdrojů energie, trendů a vývoje cen energií. Na základě popisu a získaných dat bude možné komparativní metodou porovnat přístup jednotlivých firem zabývajících se fotovoltaickými elektrárnami. Na základě komparace a popisu je možné

vytvořit model fotovoltaické elektrárny, ekonomicky zhodnotit potenciál výroby vlastní energie a pomůže marketingu určit správnou komunikaci k zákazníkům. Na závěr bude použita metoda syntézy k zhodnocení ekonomického potenciálu a zhodnocení marketingového mixu.

Pro teoretickou část diplomové práce jsou prostudovány základní zdroje literatury, normy, internetové odkazy i další prameny, na základě kterých je provedena literární rešerše v oblasti obnovitelných zdrojů energie a strategie v energetice. V praktické části práci jsou tak vyhodnoceny a uvedeny nové případné teoretické předpoklady a názory.

V práci jsou zohledněny ekonomické toky po dobu životnosti investice do fotovoltaického systému vybraného podniku v České republice. Výnosy (příjmy) budou zohledňovat úspory na nákladech za spotřebovanou energii, výnosy z prodeje přetoků energie do distribuční sítě. Hlavními hodnocenými nákladovými (výdajovými) položkami jsou investiční náklady a dále provozní náklady. Pro vyhodnocení je zohledněna i příslušná dotace na fotovoltaickou elektrárnu, avšak je hodnocena ekonomika investice i bez dotační podpory. Hlavním výstupem ekonomického modelu je ukazatel čisté současné hodnoty (NPV) investice a vnitřní výnosové procento (IRR).

Praktická část práce je rozdělena na 3 dílčí části:

1. technicko - energetický model;
2. ekonomický model;
3. marketingový mix.

2.2.1 Technický model

Pro účely diplomové práce byl vybrán areál zemědělského podniku disponující několika objekty v rámci jednoho areálu. Na základě potenciálně využitelné kapacity střech vybraného zemědělského podniku je navržena fotovoltaická elektrárna.

Pro návrh systému jsou uvažovány následující technologie a výkony:

Moduly: LONGI 460 Wp monokrystalické,

Střídače: Huawei SUN2000-60KTL-M0

Na základě technických možností daných kapacitou střech a vhodné orientace je provedena simulace výroby elektrické energie za použití software HelioScope, na základě kterého je vyhodnocena celková roční produkce elektrické energie v navrhovaném řešení s ohledem na osvit v jednotlivých měsících v roce. Výstupem navrhovaného technicko-energetického modelu je souhrn vstupních dat pro následné vyhodnocení hodnocení investice do fotovoltaické elektrárny.

2.2.2 Ekonomický model

V rámci ekonomického modelu jsou hodnoceny investiční náklady se započtením dotace i bez jejího započtení, dále jsou hodnoceny provozní náklady a současně jsou započítány i náklady na likvidaci fotovoltaické elektrárny.

Vstupem pro ekonomické hodnocení jsou hodnoty spotřeby elektrické energie a následné přetoky do distribuční sítě nad rámec pokrytí spotřeby areálu jsou uvažovány jako síťová komodita k prodeji. Pro ceny elektrické energie je uvažována určitá predikce a současně je uvažováno postupné snižování účinnosti fotovoltaických panelů.

Pro hodnocení investice jsou predikovány kumulativní čisté náklady na dobu 35 let a na základě kumulovaného diskontovaného Cash-Flow vyhodnocena návratnost investice.

Výstupem ekonomického modelu je čistá současná hodnota *NPV* (Net Present Value), která představuje součet současných/diskontovaných hodnot všech peněžních toků investice a používá se pro vyhodnocení výnosnosti různých investičních projektů. Jedná se o veličinu vyznačující celkovou současnou/diskontovanou hodnotu všech peněžních toků investice.^{1 2}

V rámci výpočtu *NPV* je zohledněn faktor času, bere v úvahu také časovou hodnotu peněz a jeho součástí je i uvažování celkové doby životnosti projektu i s ohledem na možnost investice do jiného projektu odpovídajícího rizika. Závisí na předpovídaných hotovostních tocích a bere v úvahu alternativní náklady kapitálu. Obecný vzorec výpočtu *NPV* je uveden v rovnici (1.1).

¹ CUCCHIELLA, F., D'ADAMO, I. and GASTALDI, M.. Economic Analysis of a photovoltaic system: A resource for residential households. *Energies*. 2017. Vol. 10, no. 6p. 814. DOI 10.3390/en10060814.

² SPERTINO, F., DI LEO, P. and COCINA, V. Economic Analysis of investment in the rooftop photovoltaic systems: A long-term research in the two main markets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2013. Vol. 28, p. 531–540. DOI 10.1016/j.rser.2013.08.024.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (1.1)$$

Kde: NPV představuje čistou současnou hodnotu;
 CF_t jsou peněžní toky v jednotlivých letech;
 n je doba životnosti projektu;
 r je diskontní úroková míra.

Výsledná hodnota představuje potenciální přínos investice při současných cenách a vyhodnocuje, kolik a jak daná investice přinese peněz.

Jestliže je výsledná hodnota NPV kladná, lze přijmout závěr, že se podniku daná investice vyplatí. Pokud je naopak NPV záporné, investice se nevyplatí. Jestliže je NPV rovno 0, nedochází ke zhodnocení a investice pro podnik neznamena žádný přínos. Pokud jsou v projektu hodnoceny i varianty investice, je zákonitě preferována vyšší hodnota NPV .³

Dalším ze sledovaných ukazatelů diplomové práce je vnitřní výnosové procento značené jako IRR (Internal Rate of Return). Parametr je ukazatelem rentability investice, kterou jako odhad výnosnosti zamýšlení investice přináší hodnocený projekt během svého životního cyklu. IRR tedy udává relativní výnos a tedy, jakou procentní částku je v rámci časové hodnoty finančních prostředků možné vydělat.^{4 5} Obecný vzorec je uveden v rovnici (1.2).

$$\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (1.2)$$

Kde: IRR představuje vnitřní výnosové procento;

³ BRŠÁJ, J., SEKERKA, B., SEVEROVÁ, L. and SVOBODA, R.. 2020. *Mikroekonomie: teorie a aplikace*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-818-1.

⁴ CUCCHIELLA, F., D'ADAMO, I. and GASTALDI, M.. Economic Analysis of a photovoltaic system: A resource for residential households. *Energies*. 2017. Vol. 10, no. 6p. 814. DOI 10.3390/en10060814.

⁵ SPERTINO, F., DI LEO, P. and COCINA, V. Economic Analysis of investment in the rooftop photovoltaic systems: A long-term research in the two main markets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2013. Vol. 28, p. 531–540. DOI 10.1016/j.rser.2013.08.024.

CFT jsou peněžní toky v jednotlivých letech;
 n je doba životnosti projektu.

Vy výpočtu vnitřního výnosového procenta je IRR v číselném vyjádření rovné diskontní sazbě, při které je $NPV = 0$. Čím je tedy hodnota IRR vyšší, tím vyšší je také návratnost investice.

2.2.3 Marketingový mix

V diplomové práci jsou dále hodnocena specifika marketingového mixu v rámci fotovoltaické elektrárny a solární energie, které musí uvažovat Energy contracting firmy při nabídce FVE a současně při komunikaci se zákazníky. V případě tzv. Energy contracting se jedná o dlouhodobé projekty, jejichž smyslem je postupné splácení energetických staveb v rámci realizovaných dodávek energií, jakými jsou pro účel diplomové práce dodávky elektrické energie z fotovoltaické elektrárny. Činností EC firem je zajištěna využitím moderních technologií a postupů, které jsou šetrné k životnímu prostředí i s ohledem na bezpečnost a především spolehlivost realizovaného projektu.

V rámci marketingového mixu je hodnocen:^{6 7}

Produkt: specifika fotovoltaických systémů;

Distribuce: specifika distribuce solární energie a podmínky připojení;

Cena: specifika a složení ceny fotovoltaického systému včetně dotačního managementu;

Propagace: specifika propagace v rámci fotovoltaických elektráren a zeleného marketingu.

Marketingový mix je v diplomové práci zařazen pro účely přiblížení fungování fotovoltaické elektrárny, jelikož elektřina je síťová komodita, která podléhá regulaci a fotovoltaické elektrárny představují soustavu mnoha specifických produktů včetně

⁶ KOTLER, P and ARMSTRONG, G. *Marketing*. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0513-3.

⁷ KOTLER, P. and TRÍAS DE BES MINGOT, F. *Inovativní marketing: jak kreativním myšlením vítězit u zákazníků*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0921-X

realizace zahrnuté do smlouvy od dílo. Výstupem jsou tak informace vhodné pro komunikaci se zákazníky. Toto zhodnocení je neméně významné, jelikož v současné době se na trhu objevuje řada nových firem, které nabízejí realizace fotovoltaické elektrárny (dále i FVE). Řada těchto nových firem nabízí z důvodu vyšších nákladů buď staré výrobní řady o nižším výkonu, nebo méně kvalitní technologie například z recyklovaných panelů. Nedílnou součástí jsou tak záruky na technologie, které jsou při výše uvedeném, a i v kontextu nových výrobních řad v budoucnu neudržitelné.

3 Teoretická východiska

Teoretická východiska diplomové práce jsou zaměřena na přehled aktuální problematiky v obnovitelných zdrojích energie v souvislosti se strategiemi Evropské unie, resp. Evropské komise. V teoretické části je zahrnut také energetický mix České republiky, který navzdory aktuálnímu poklesu cen elektřiny v roce 2023 znamená jen krátkodobé ochlazení emocí z roku 2022 a bude nutné nalézt nová řešení v kontextu stabilních zdrojů po roce 2030 i z důvodu blížícího se nedostatku elektrické energie při stávajícím zastoupení jednotlivých druhů a podílů.

3.1 Globální a evropské strategie v energetice

Každá rozumně uvažující politika státu plánuje svoji surovinovou a energetickou politiku. V případě Evropy je zřejmá snaha o snížení závislosti na dovozu surovin a energií v rámci udržitelného rozvoje. V kontextu Evropské unie je energetická politika brána jako klíčová politika evropské integrace. Smyslem je navýšení energetické účinnosti a energetických úspor. Energetická účinnost tedy závisí i na těchto aspektech:⁸

1. ekonomickém;
2. environmentálním;
3. sociálním

Hlavní trendy v energetice:⁹

1. Energetická účinnost
 - hlavní zdroj energie pro rostoucí poptávku;
2. Nízko a bezemisní technologie

⁸ *World energy trilemma index (2022)* World Energy Council. [cit. 2023-1-22]
Dostupné z: <https://www.worldenergy.org/transition-toolkit/world-energy-trilemma-index>

⁹ Trends in PV applications 2022 - IEA-PVPS. Dans : IEA [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://iea-pvps.org/trends_reports/trends-2022/

- OZE (obnovitelné zdroje energie) již dnes nejrychleji rostoucí energetické zdroje, ale tempo je nedostatečné pro dosažení globálních klimatických cílů, zároveň jsou to zdroje nejlevnější;
- jak mohou pomoci ostatní nízká a bezemisní zdroje.

3. Digitalizace

- nástroj implementace moderních a decentrálních zdrojů;
- nástroj pro nové obchodní příležitosti.¹⁰

Na představitelé EU v oblasti energetiky jsou kladeny nároky na zvládnutí konkurenčních požadavků tzv. energetického trilematu. Světový index energetického trilematu je každoroční měření výkonnosti národních energetických systémů v každé ze tří dimenzí trilematu, který tvoří tři dimenze znázorněné na obrázku 1.^{11 12}

Jedná se o:

Energetická bezpečnost

Klasifikuje schopnost dané země uspokojit současnou i budoucí poptávku po energiích. Nedílnou součástí je vedle efektivity vnitřních a vnějších zdrojů také spolehlivost a bezpečnost infrastruktury.¹³

Environmentální udržitelnost

¹⁰ SHEZAN, S.A., KAMWA, I., ISHRAQUE, M.F., MUYEEN, S.M., HASAN, K.N., SAIDUR, R., RIZVI, S.M., SHAFIULLAH, M and AL-SULAIMAN, F. A. Evaluation of different optimization techniques and control strategies of Hybrid Microgrid: A Review. *Energies*. 2023. Vol. 16, no. 4p. 1792. <https://doi.org/10.3390/en16041792>

¹¹ *World energy trilemma index (2021) World Energy Council*. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.worldenergy.org/transition-toolkit/world-energy-trilemma-index>

¹² PUTRI NOR LIYANA, M.R., AKHTER, M.N., MEKHILEF, S. and NORAISYAH, M.S., 2023. Review on the Application of Photovoltaic Forecasting using Machine Learning for very Short- to Long-Term Forecasting. *Sustainability*, vol. 15, no. 4, pp. 2942 Coronavirus Research Database. DOI <https://doi.org/10.3390/su15042942>

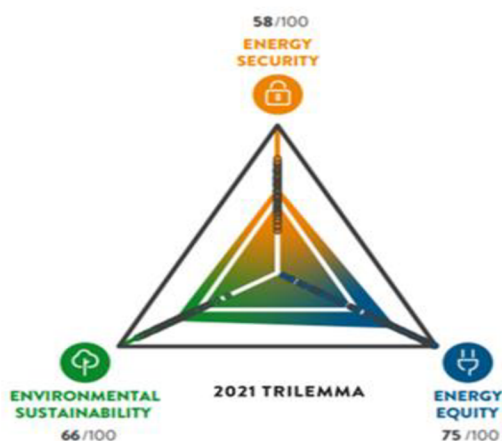
¹³ KHAN, Irfan, ZAKARI, Abdulrasheed, DAGAR, Vishal and SINGH, Sanjeet. World Energy Trilemma and transformative energy developments as determinants of economic growth amid environmental sustainability. *Energy Economics* [online]. 2022, Vol. 108, p. 105884. DOI 10.1016/j.eneco.2022.105884

Znamená přechod energetiky ve vztahu k životnímu prostředí a megatrendu klimatických změn. Dílčími faktory jsou nejen účinnost výroby a produktivita, ale především dekarbonizace ekonomiky a zkvalitnění ovzduší.¹⁴

Energetická spravedlnost

Znamená schopnost země zajistit si dostatek dostupné a spolehlivé energie pro průmyslový sektor i fyzické osoby.¹⁵

Obrázek 1 Trilemma Index



Zdroj: World energy trilemma index, 2021

Rok 2021 byl druhým rokem, kdy Rada zveřejnila Světový energetický trilematický index v době pandemie COVID-19, která stále ohrožuje zdraví a narušuje globální ekonomiku.¹⁶

¹⁴ KHAN, Irfan, ZAKARI, Abdurashed, DAGAR, Vishal and SINGH, Sanjeet. World Energy Trilemma and transformative energy developments as determinants of economic growth amid environmental sustainability. *Energy Economics* [online]. 2022, Vol. 108, p. 105884. DOI 10.1016/j.eneco.2022.105884

¹⁵ KHAN, Irfan, ZAKARI, Abdurashed, DAGAR, Vishal and SINGH, Sanjeet. World Energy Trilemma and transformative energy developments as determinants of economic growth amid environmental sustainability. *Energy Economics* [online]. 2022, Vol. 108, p. 105884. DOI 10.1016/j.eneco.2022.105884

¹⁶ HE, Y. and ZHANG, Z., 2022. Non-Renewable and Renewable Energies, and COVID-19 Pandemic: Do they Matter for China's Environmental Sustainability?. *Energies*, vol. 15, no. 19, pp. 7143. DOI <https://doi.org/10.3390/en15197143>

Zatímco se objevují další poznatky o vlivu pandemie na energetiku, jako je snížená poptávka a roztržitěné lokální oživení, dlouhodobé důsledky pro energetické systémy a transformaci zůstávají nejasné.¹⁷

3.1.1 Pařížská dohoda

Pařížská dohoda byla přijata v Paříži 12. prosince 2015 s platností od 4. listopadu 2016. Byla dojednána 195 smluvními stranami s cílem omezení emisí skleníkových plynů po roce 2020 a stala se tak nástupcem Kjótského protokolu. Smyslem je možné dosažení klimaticky neutrálního světa po roce 2050. Cílem je zmírnit důsledky globálního oteplování pod 2 stupně Celsia a v ideálním případě až na 1,5 stupně Celsia v porovnání s předindustriálním obdobím.¹⁸

Pařížská dohoda je tak jednoznačným mezníkem v novodobé historii mající přesah na ekonomiky států, jelikož zavazuje signatáře ve společném úsilí minimalizovat dopady změny klimatu. Z toho vyplývá nutná transformace hospodářství i sociálního přístupu k definovaným cílům.

Dohoda je nastavena v rámci pětiletého cyklu. Státy předkládaly do roku 2020 své národní plány a opatření označované jako Nationally Determined Contributions (NDCs). S tím souvisí i vymezení dlouhodobých strategií rozvoje s nízkými emisemi GHG (Greenhouse Gases) zvané jako LT-LEDS – Long-term Low Emissions and Development Strategies.^{19 20}

d

¹⁷ Trends in PV applications 2022 - IEA-PVPS. Dans : *IEA* [online]. 16 February 2023[cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://iea-pvps.org/trends_reports/trends-2022/

¹⁸ Unite Nation Climate Change, <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>. Dans : *Unfccc.int* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>

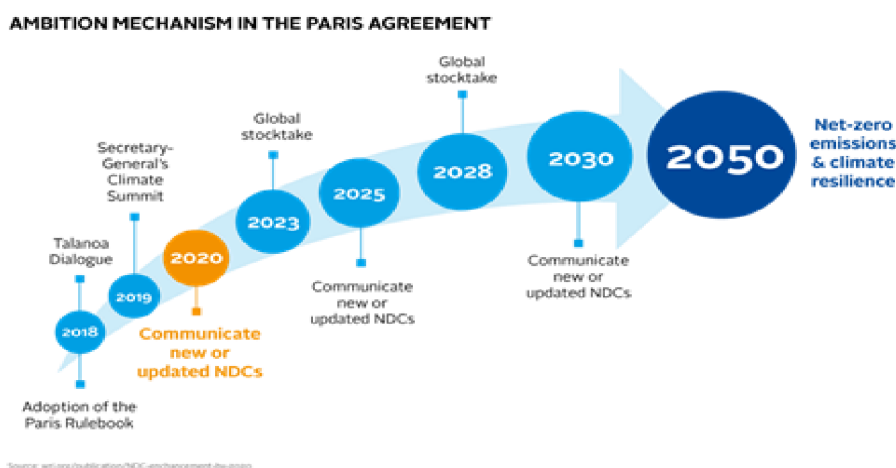
¹⁹ Unite Nation Climate Change, <https://unfccc.int/>...ent (no date) Unfccc.int. [cit. 2023-1-22] Dostupné z: <https://unfccc.int/>...ent.

²⁰ ANDRONICEANU, A. and SABIE, O.M.. Overview of green energy as a real strategic option for Sustainable Development. *Energies*. 2022. Vol. 15, no. 22p. 8573. DOI 10.3390/en15228573.

Jedná se o dlouhodobé energetické scénáře a strategie rozvoje s nízkými emisemi skleníkových plynů, kdy je nutné zkoumat výzvy a samozřejmě příležitosti, které navazují na strukturální změny nutné k naplnění cílů dekarbonizace a uhlíkové neutrality.²¹

Na obrázku 2 jsou schematicky znázorněny ambice Pařížské dohody s vyznačenými milníky od roku 2050. V diplomové práci je především diskutován rok 2030, jelikož pro Českou republiku je nyní velice důležité zajistit a připravit potřebnou infrastrukturu pro naplnění stanovených evropských cílů.

Obrázek 2 Ambice Pařížské dohody



Zdroj: Paris Agreement COP24, 2018

LT-LEDS tak v zásadě představují jakýsi dlouhodobý horizont pro NDC, avšak nejsou brány jako povinné. Vyspělé státy musí pro rok 2030 připravit určitý mechanismus, podle kterého bude možné poskytnout finanční prostředky i na podporu navrhovaných opatření v rozvojových zemích²²

²¹ ANDRONICEANU, A. and SABIE, O.M.. Overview of green energy as a real strategic option for Sustainable Development. *Energies*. 2022. Vol. 15, no. 22p. 8573. DOI 10.3390/en15228573.

²² United Nations Climate Change <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>. Dans : *Unfccc.int* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>

Obecný politický rámec

Evropská rada se v roce 2018 zavázala k roku 2030 k následujícím cílům:²³:

- nejméně 40% snížení emisí GHG ve srovnání s rokem 1990,
- navýšení celkového podílu energie z OZE na 32 % celkové spotřeby energie,
- o 32,5 % navýšit energetickou účinnost,
- vzájemně propojit minimálně 15 % elektrorozvodných soustav EU.

Pařížská dohoda je tak dílčím dokumentem k zajištění dekarbonizace ekonomiky zahrnující nezbytné kroky a dílčí cíle opět uvedené na obrázku 2.

Nutno říci, že Pařížská dohoda stanovuje zmíněné cíle samozřejmě rozvinutým zemím, ale současně také rozvojovým a respektuje také nerovné podmínky, na co právě navazují i vnitrostátní strategie k dosažení dlouhodobých cílů.²⁴

3.1.2 Strategie vnějšího zapojení EU v oblasti energetiky

V kontextu současné bezpečnostní situace je vedle diskutované klimatické krize uvažována i energetická krize a krize postpandemická COVID-19.²⁵ 18. května 2022 byla v plánu REPowerEU ucelena vnější angažovanost Evropské unie. Smyslem je tak zajištění právě již zmíněné cenově dostupné elektrické (ale i jiné) energie v rámci energetické transformace.

Plán REPowerEU se tak zaměřuje na:

1. podporu rozvoje obnovitelných zdrojů energie,
2. zvýšení úspor energie,
3. zvýšení energetické účinnosti,
4. přípravu na další integraci do energetického trhu EU,

²³ Energetická Politika: Obecné Zásady: Fakta a čísla O evropské unii: Evropský parlament. Dans : *Fakta a čísla o Evropské unii | Evropský parlament* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/cs/sheet/68/energeticka-politika-obecne-zasady>

²⁴ Pařížská Dohoda. Dans : *Návrat na úvodní stránku* [online]. 4 March 2016. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/parizska_dohoda

²⁵ GALINDO-MARTÍN, M.Á., CASTAÑO-MARTÍNEZ, M.S. and MÉNDEZ-PICAZO, M.T.. Effects of the pandemic crisis on entrepreneurship and sustainable development. *Journal of Business Research*, 2021, 137: 345-353. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.08.053>

5. údržbu energetické infrastruktury,
6. pokles poptávky po energiích,
7. zajištění spravedlivé soutěže o zdroje,
8. podpora Ukrajiny při poválečné obnově,
9. připravit rozvoj vodíkové energetiky.²⁶

Z důvodu zajištění bezpečnosti dodávek energie do Evropské unie, vznikla v roce 2022 tzv. Energetická platforma EU. Smyslem je určitý koordinační mechanismus založený na dobrovolnosti, jenž bude podporovat nákup zemního plynu a potenciálně vodíku v rámci Evropské unie.

Energetická platforma se dále zavázala spolupracovat a vyměňovat si informace také s ostatními mezinárodními uskupeními ve smyslu bezpečné energetiky.²⁷

3.1.3 Zelená dohoda pro Evropu

S ohledem na zhoršování životního prostředí a změnu klimatu přijala Evropská komise soubor návrhů, které si kladou za cíl dekarbonizaci a s tím i související transformaci ekonomiky a moderní společnosti. Smyslem dohody je uzpůsobit politiku zemí Evropské unie, aby se mohly podílet v oblasti energetiky a dopravy na snižování emisí skleníkových plynů minimálně o 55 % oproti roku 1990 v roce 2030.²⁸

Zelená dohoda je tak evropským milníkem v dekarbonizaci ekonomiky a snížení produkce emisí GHG a soustředí se tak na tři zásady:

1. cenově dostupná a bezpečná dodávka energie v zemích Evropské unie;

²⁶ DENG, M., WAGNER, A.F. and WANG, Q.. The Net-Zero Transition and Firm Value: Insights from the Russia-Ukraine War, REPowerEU, and the US Inflation Reduction Act. *Swiss Finance Institute Research Paper*, 2022, 22-29.

²⁷ Strategy for an EU External Energy Engagement. Dans : *Energy* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z : https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/strategy-eu-external-energy-engagement_en

²⁸ Zelená Dohoda & Energetika. Dans : *Photo of Úřad pro publikace Evropské unie* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z : <https://op.europa.eu/cs/web/general-publications/green-deal>

2. vytvoření zcela integrovaného a digitalizovaného trhu s energiemi v rámci Evropské unie;
3. podpora navýšení energetické účinnosti a současně snižování energetické náročnosti budov a podpora rozvoje obnovitelných zdrojů energie.²⁹

Zelená dohoda pro Evropu současně zohledňuje pandemickou situaci COVID-19 a nastiňuje do jisté míry také směřování společnosti, pro který je mj. určen i nástroj na podporu oživení ekonomiky tzv. NextGenerationEU.

Evropská komise má dále v plánu:

- zaměřit se na inovativní technologie a postupně vytvářet a inovovat infrastrukturu;
- vybudování propojené energetické soustavy, která bude lépe a lépe integrovaně odrážet rozvoj OZE³⁰;
- zlepšit energetickou účinnost;
- dekarbonizovat energetiku zemního plynu;
- zlepšit ekodesign výrobků i v rámci principů cirkulární ekonomiky;
- bojovat s energetickou chudobou a posílit postavení spotřebitelů;
- podporovat evropské technologie a standardy ve světě;
- v rámci OZE rozvíjet větrnou energii na moři v rámci Evropy³¹

Na obrázku 3 jsou schematicky znázorněny jednotlivé pilíře Zelené dohody.

²⁹ *Documents and publications - consilium - europa* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/en/documents-publications/>

³⁰ *Energetika a zelená dohoda. Evropská komise* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/energy-and-green-deal_cs

³¹ DE LA PORTE, Caroline; JENSEN, Mads Dagnis. The next generation EU: An analysis of the dimensions of conflict behind the deal. *Social Policy & Administration*, 2021, 55.2: 388-402. <https://doi.org/10.1111/spol.12709>

Obrázek 3 Zelená dohoda pro Evropu



Zdroj: Hartman, 2021

V kontextu České republiky je tak neméně významná transformace ekonomiky, která má rozměr také v rovině sociální. Projeví se ve výrobě elektřiny v rámci energetického mixu, kde jsou akcentovány obnovitelné zdroje energie. Dále se tak týká rozvoje infrastruktury a přeshraničního toku elektrické energie.

Evropská unie tak chce v rámci Zelené dohody pro Evropu transformovat členské státy na takové, kde bude oddělen jejich hospodářský růst od využívání zdrojů a současně nebude žádný jedinec či region opomenut.^{32 33}

3.1.4 Fit for 55

Evropská komise vydala balíček „Fit for 55“, který upevňuje celosvětové vedoucí postavení Evropské unie v boji proti změnám klimatu a snaží se jít příkladem i dalším zemím.

³² *Zelená Dohoda & Energetika* (no date) *Photo of Úřad pro publikace Evropské unie*. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://op.europa.eu/cs/web/general-publications/green-deal>.

³³ ANDRONICEANU, A. and SABIE, O.M.. Overview of green energy as a real strategic option for Sustainable Development. *Energies*. 2022. Vol. 15, no. 22p. 8573. DOI 10.3390/en15228573.

--Evropská unie si je však plně vědoma, že jen opatření samotná nestačí pro zajištění dlouhodobých cílů a snížení produkce emisí skleníkových plynů.³⁴

Fit for 55 tak dává přehled různých návrhů a popisuje spravedlivé stanovení rovnováhy mezi snižováním emisí a konkurenceschopností. Tento tzv. balíček současně ale počítá s rychlejším poklesem skleníkových plynů a definuje vzájemně propojená opatření se zaměřením na navýšení kapacit OZE, obchodování s emisními povolenkami i rychlejší ukončování pohonů spalovacími motory.³⁵

Balíček „Fit for 55“ vytyčuje podrobné cíle i jednotlivé na sebe navazující kroky, které cílí na zajištění spravedlivé, ekologické a konkurenceschopné i bezpečné transformace ekonomiky k roku 2030 i s predikcí na další roky.

V plánu Fit for 55 je i vytvoření mechanismu tzv. uhlíkového cla spočívající v započítávání ceny uhlíku u výrobků dovážených ze třetích zemí. Současně vytváří tlak na stávající legislativní předpisy, aby byly více ambiciózní.³⁶

Fit for 55 (obrázek 4) tak představuje nové iniciativy v mnoha oblastech hospodářství i politiky. Jelikož výroba a využívání energie představuje v zemích EU $\frac{3}{4}$ emisí členských zemí, vyplývá z toho naléhavost přechodu na nový energetický systém.³⁷

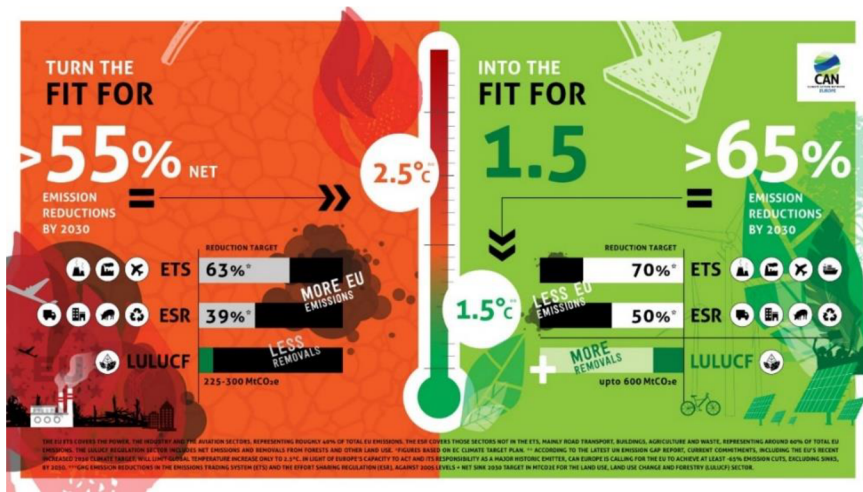
³⁴ TRAMULLAS, Nina. 'fit for 55' package furthers EU Climate Action, but falls short on ambition. Dans : *CAN Europe* [online]. 14 July 2021. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://caneurope.org/press-release-fit-for-55-climate-energy-eu-commission-package/>

³⁵ Lex - 52021DC0550 - en - EUR-Lex. Dans : *EUR* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550>

³⁶ OVAERE, M. and PROOST, S. Cost-effective reduction of fossil energy use in the European transport sector: An assessment of the Fit for 55 Package. *Energy Policy*, 2022, 168: 113085. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113085>

³⁷ TRAMULLAS, Nina. 'fit for 55' package furthers EU Climate Action, but falls short on ambition. Dans : *CAN Europe* [online]. 14 July 2021. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://caneurope.org/press-release-fit-for-55-climate-energy-eu-commission-package/>

Obrázek 4 Návrh Fit for 55



Zdroj: Tramullas, 2021

Cíle

1. aktualizovaná směrnice o OZE;
2. aktualizované nařízení o využívání půdy, změnách ve využívání půdy a lesnictví;
3. aktualizované nařízení o sdílení úsilí;
4. aktualizovaná směrnice o energetické účinnosti.³⁸

Stanovení cen v rámci Fit for 55

1. silnější systém obchodování s emisemi, včetně letectví;
2. aktualizovaná směrnice o zdanění energie;
3. nový mechanismus uhlíkového vyrovnání na hranicích;
4. rozšíření systému obchodování s emisemi na námořní dopravu, silniční dopravu a budovy.

V rámci podpůrných opatření ve využívání příjmů či určitých předpisů podporujících inovační politiku se nabízí například Sociální klimatický fond, Inovační fond a také Modernizační fond.³⁹

³⁸ TRAMULLAS, Nina. 'fit for 55' package furthers EU Climate Action, but falls short on ambition. Dans : *CAN Europe* [online]. 14 July 2021. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://caneurope.org/press-release-fit-for-55-climate-energy-eu-commission-package/>

³⁹ Lex - 52021DC0550 - en - EUR-Lex. *EUR* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550>

3.1.5 Energetická unie

Jelikož Evropská unie zvyšuje snahy o zvýšení energetické soběstačnosti a současně ochranu životního prostředí a ovzduší, vznikla tzv. Energetická unie, která má za cíl zajistit cenově dostupnou, bezpečnou a v zásadě čistou energii pro všechny fyzické a právnické osoby v zemích Evropské unie. Energetická unie představuje urychlení modernizace celé ekonomiky a znamená více než jen energetika a ochrana klimatu.⁴⁰

Dimenze Energetické unie

Koncept Energetické unie tvoří 5 spolu souvisejících dimenzí:

1. Zcela integrovaný vnitřní trh s energiemi

Představuje volný tok energie v Evropské unii na základě odpovídající infrastruktury s minimem regulačních, technických a dalších překážek.

2. Dekarbonizace

Evropská unie čelí závazkům Pařížské dohody a snaží se mít vedoucí pozici v rozvoji OZE.

3. Bezpečnost, důvěra a solidarita

Předpokladem je diverzifikace zdrojů energie v EU a spolupráce a solidarita v zajištění evropských zdrojů energie.

4. Energetická účinnost

Pro snížení závislosti na energetických zdrojů mimo EU je nutné zlepšení energetické účinnosti. Hledání vlastních zdrojů pozitivně ovlivní politiku zaměstnanosti a hospodářský růst.

5. Výzkum a inovace

Pro podporu konkurenceschopnosti je zřejmá snaha podpory výzkumu a inovací. Cílem úsilí je energetická transformace a rozvoj nízkouhlíkových technologií.⁴¹

⁴⁰ RINGEL, M. and KNODT, M. The governance of the European Energy Union: Efficiency, effectiveness and acceptance of the Winter Package 2016. *Energy Policy*, 2018, 112: 209-220. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.09.047>

⁴¹ Energy Union. *Energy* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/energy-union_en

Základem Energetické unie jsou plně integrované národní plány v oblasti energetiky a klimatu – NECP v časovém horizontu do roku 2030 a dále. Předpokladem dlouhodobých strategií Evropské unie a jejích členských států je samozřejmé transparentnost mechanismu řízení, podávání zpráv, konzultace s veřejností, pravidelné zveřejňování údajů a monitoring.⁴²

3.1.6 Čistá energie pro všechny Evropany

Dokument pomáhá dekarbonizaci a přechodu od fosilních paliv k obnovitelným zdrojům v kontextu závazků Evropské unie a cílů Pařížské dohody. Cílem tohoto regulačního rámce je zajistit konkurenceschopnost trhu s energiemi. Zvyšuje práva spotřebitelů a včetně účasti na trhu. Přijetím nových pravidel obchodování s elektrickou energií je možné připravit se na situaci s proměnlivým tokem elektřiny z OZE.

Jedná se se o další průlomový dokument podporující strategii Energetické unie. Nedílnou součástí zveřejněných pravidel je rovněž nový mechanismus započítávání emisí ve výši 550 g oxidu uhličitého z fosilních paliv na 1 kWh elektřiny.⁴³

Obnovitelná energie

V rámci cílů pro rok 2030 a tedy konkrétně podíl 32 % energie z obnovitelných zdrojů energie, přijala Evropská unie revidovanou směrnici o OZE 2018/2001/EU, která reflektuje 32% závazek.⁴⁴

Energetická náročnost budov

Jedná se o kvantifikaci spotřebované energie ve standardizovaném provozu a slouží k informacím o energetické náročnosti objektu. Následný průkaz energetické náročnosti je potom součástí i energetického posudku. Nutno zmínit, že právě budovy spotřebují cca 40 % energie. V rámci strategických cílů Evropské unie je právě zvýšení energetické účinnosti

⁴² Energy Union. *Energy* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/energy-union_en

⁴³ *Documents and publications - consilium - europa* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/en/documents-publications/>

⁴⁴ *Documents and publications - consilium - europa* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/en/documents-publications/>

budov jedním z dílčích cílů, na který se vztahuje např. směrnice EU 2018/844. Jedná se o soubor opatření pro snížení energetické náročnosti.

Energetická účinnost

Dalším z cílů dokumentu je zlepšení energetické účinnosti, které se také přímo vztahují na úspory energie. Dá se říct, že zlepšení energetické účinnosti je tak snadným a rychlým způsobem snížení GHG a celkově snížit výdaje za energie. V rámci zlepšení energetické účinnosti, přijala Evropská unie cíl k roku 2030 snížit účinnost minimálně o 32,5 % k současnému stavu.^{45 46}

3.1.7 Katowický balíček

Tento dokument přijatý v roce 2018 implementuje souhrn pokynů, postupů a pravidel uplatňující strategické cíle Pařížské dohody. Zahrnuje řadu oblastí, které umožňují či pomohou naplnit přijaté cíle včetně zmírňování dopadů, poskytování flexibility, transparentnosti, pravidelného reportingu o závazcích až po finance.

Balíček současně umožňuje stranám postupné navyšování svých příspěvků pro řešení klimatických změn a současně naplnění stanovených cílů Zelené dohody pro Evropu.⁴⁷

3.1.8 EU taxonomie

V rámci rozvoje obnovitelných zdrojů energie a dekarbonizace ekonomiky lze očekávat zavedení taxonomie. Jedná se o určitý klasifikační systém vytvářející seznam udržitelných činností hospodářství. Bude mít přímý vliv na investice v Evropské unii na

⁴⁵ *Documents and publications - consilium - europa* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/en/documents-publications/>

⁴⁶ CHAPUNGU, L., NHAMO, G., CHIKODZI, D. and MAOELA, M.A., 2022. BRICS and the Race to Net-Zero Emissions by 2050: Is COVID-19 a Barrier Or an Opportunity?. *Journal of Open Innovation : Technology, Market, and Complexity*, vol. 8, no. 4, pp. 172. DOI <https://doi.org/10.3390/joitmc8040172>

⁴⁷ *Unfccc.int* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>

projekty a firmy v rámci podpory naplnění cílů Zelené dohody pro Evropu. Taxonomie je nástrojem EU ke klasifikaci udržitelných ekonomických aktivit, které poskytují investorům i společnosti určit, jaké činnosti hospodářství je možné definovat jako environmentálně udržitelné. Jedná se o určitou motivaci být šetrnější vůči životnímu prostředí, ale současně má za cíl společností pomoci s opatřeními.⁴⁸

Taxonomie stanovuje 6 následujících hlavních environmentálních cílů:

1. přizpůsobit se klimatickým změnám;
2. snaha zmírnit změny klimatu;
3. udržitelný rozvoj a využívání zdrojů
4. přechod z lineární ekonomiky na cirkulární ekonomiku;
5. ochrana vodních i mořských zdrojů;
6. ochrana i obnova biodiverzity a ekosystémů.
7. prevence znečištění.

K výše uvedeným cílům lze uvažovat různé prostředky naplnění, a právě klasifikační systém k tomu má přispět. Příkladem jsou různé podpůrné aktivity, jakými je například výroba technologií pro obnovitelné zdroje energie.⁴⁹

3.2 Národní energetické dokumenty

Hlavním smyslem národních energetických dokumentů je implementace strategických cílů Evropské unie a současně vyjadřují cíle jednotlivých států, jak nakládat s energiemi.⁵⁰

⁴⁸ EU taxonomy for Sustainable Activities. Dans : *Finance* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en#what

⁴⁹ EU taxonomy for Sustainable Activities. Dans : *Finance* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en#what

⁵⁰ National Energy and Climate Plans (NECPs). *Energy* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/national-energy-and-climate-plans-necps_en

3.2.1 Národní energetické a klimatické plány (NECP)

Na základě národních energetických plánů jednotlivé státy stanovují, jak přispět ke splnění evropských cílů v oblasti energetiky a klimatu v letech 2021–2030.

Jejich provedení má za cíl strategii, jak překonat současné cíle k roku 2030 v rámci rozvoje obnovitelných zdrojů energie, ochrany životního prostředí, snižování emisí GHG a postupnou dekarbonizaci ekonomiky⁵¹

Národní energetické a klimatické plány jsou jakýmsi odrazovým můstkem pro splnění cílů navržených Evropskou komisí a současně důležitým vstupem pro spravedlivou transformaci, ale i pro obnovu a odolnost jednotlivých členských států.

V oblasti energetiky mají tyto ambice určitý potenciál, jak podpořit inovace a jakým způsobem urychlit modernizaci hospodářství na úrovni jednotlivých států Evropské unie. V souvislosti s naplněním cílů EK lze očekávat i nárůst kvalifikovaných dlouhodobých pracovních míst v řešení procesu dekarbonizace a s ním spojenými investicemi.⁵²

Ve všech národních plánech je definováno, jak a jakým způsobem mají země Evropské unie v plánu řešit především:

1. obnovitelné zdroje energie;
2. energetickou účinnost;
3. propojení;
4. snižování emisí skleníkových plynů;
5. výzkum a inovace.

Definování národních a klimatických plánů se zakládá na úzké spolupráci mezi resorty na úrovni vlád jednotlivých států, k čemuž je nutné stanovení prognózy vývoje a úroveň naplánování. Právě plánování by mělo usnadnit investice jak ve veřejném sektoru, tak na úrovni soukromníků.⁵³

⁵¹ National Energy and Climate Plans (NECPs). *Energy* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/national-energy-and-climate-plans-necps_en

⁵² Press corner. Dans : *European Commission - European Commission* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_20_1611

⁵³ JELLEY, N., 2021. Renewable Energy: A very Short Introduction. *TIDEE : TERI Information Digest on Energy and Environment*, 06, vol. 20, no. 2, pp. 277. ISSN 09726721.

Předpokládá se, že díky jednotnému rámci a přístupu jednotlivých členských zemí, je otevřena větší možnost mezinárodní spolupráce.⁵⁴

3.2.2 Státní energetická koncepce

Státní energetická koncepce (zkráceně SEK) je klíčový dokument v nakládání s energiemi respektující udržitelný rozvoj a má vliv na zajištění dodávek energie, bezpečnost dodávek ta přijatelnou cenu a samozřejmě také konkurenceschopnost hospodářství.

Na základě SEK se stát podílí na inovacích i vytvoření plánovaných kapacit obnovitelných zdrojů energie. Aktuální znění, resp. aktualizovanou koncepci, schválila vláda České republiky v roce 2015 s platností dalších 25 let. V rámci Koncepce je zcela zásadní definovat priority energetiky, jednotlivé strategické záměry a současně nabídnout investorům v energetickém sektoru stabilní prostředí.⁵⁵

Často je diskutováno, zda Státní energetická koncepce skutečně reflektuje aktuální požadavky transformace ekonomiky, či zda by bylo vhodné, aby stát s ohledem na dlouhodobý časový horizont koncepci nepřehodnotil.

Koncepce je založena na 5 strategických prioritách na základě cílů Evropské komise a dalších příslušných orgánů Evropské komise. Nejdůležitějšími prioritami SEK jsou:

1. nárůst energetické účinnosti národního hospodářství,
2. vyvážený energetický mix a portfolio výroby elektřiny,
3. zvyšování energetické bezpečnosti,
4. schopnost zajistit dodávky energií,
5. rozvoj energetické infrastruktury,
6. posilování mezinárodní spolupráce,
7. efektivní využívání zdrojů,
8. podpora výzkumu a vývoje,

⁵⁴ National Energy and Climate Plans (NECPs). *Energy* [online]. [[cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/national-energy-and-climate-plans-necps_en

⁵⁵ MPO [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/statni-energeticka-politika/statni-energeticka-koncepce--223620/>

9. podpora inovací,
10. podpora školství,
11. nezbytné dodávky energií v situaci kumulace poruch.

3.2.3 Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu

Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu (zkráceně VPEK) z roku 2019 je dalším klíčovým dokumentem v oblasti transformace energetiky a v oblasti klimatu. Integruje v sobě cíle a požadavky Evropského parlamentu a dále Rady o správě energetické a tvoří jej výčet cílů jednotlivých politických dimenzí Energetické unie do roku 2030 s následným výhledem až do roku 2050.

VPEK je založen na dvou zásadních strategických dokumentech, a to Politice ochrany klimatu v ČR z roku 2017 a Státní energetické koncepci.

Česká republika je tak na základě tohoto plánu splnit dané cíle a opatření pro snižování emisí skleníkových plynů, zvýšení energetické bezpečnosti, zvýšení energetické účinnosti, podporovat vědu, výzkum a inovace v kontextu transformace energetiky při zajištění konkurenceschopnosti státního hospodářství.

Důležitým a nosným pro VPEK je nastavení příspěvku České republiky ke klimaticko-energetickým cílům Evropské unie v oblasti rozvoje obnovitelných zdrojů energie, zvyšování energetické účinnosti a snižování emisí skleníkových plynů.

Stávající platná verze je přepracována na základě návrhu Vnitrostátního plánu z roku 2019, jak je výše uvedeno.⁵⁶

⁵⁶ Strategické Dokumenty. *MPO Efekt* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.mpo-efekt.cz/cz/energeticka-ucinnost-v-praxi/legislativa-a-strategicke-dokumenty>

Strategický dokument

SEK Státní energetická koncepce ČR

NAP CM Národní akční plán čisté mobility

NAP SG Národní akční plán pro chytré sítě

NAP OZE Národní akční plán ČR pro energii z obnovitelných zdrojů

NAP JE Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky v ČR

Národní program snižování emisí České republiky

NAP EE Národní akční plán energetické účinnosti ČR

Surovinová politika v oblasti nerostných surovin a jejich zdrojů

Akční plán pro biomasu v ČR na období 2012 - 2020

Zdroj: Vlastní zpracování

Nutno podotknout, že i na úrovni místních samospráv vznikají lokální dokumenty například pro rozvoj Smart city (Chytré město), které je založeno na zavádění moderních technologií jednak do řízení města a dále si kladou za cíl zlepšení kvality života měst a obcí.⁵⁷

3.3 Energetika v České republice

Česká republika je energeticky náročnou zemí. Většina vyrobené energie pochází z uhelných a jaderných elektráren. V roce 2022 se v celkové bilanci vyrobilo v České

⁵⁷ Úvodní Stránka. MPO [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/vnitrostatni-plan-ceske-republiky-v-oblasti-energetiky-a-klimatu--252016/>

republiky přibližně 78,8 TWh elektřiny, přičemž spotřeba dosahovala hodnoty cca 60,4 TWh.

V rámci rozvoje obnovitelných zdrojů energie Česká republika zaostává za západní Evropou i státy V4. Nárůst ceny energií oproti předchozím rokům je ve strategii emisních povolenek. Tento nástroj se prosazuje přechod na obnovitelné zdroje energie a jeho výnosy slouží k dotačním stimulům. Smyslem je defacto na základě ceny donutit průmyslový a zemědělský sektor zajistit si svoji vlastní výrobu elektřiny pomocí fotovoltaických panelů.⁵⁸

V České republice je současně stará přenosová soustava, která vznikala převážně v 70. letech 20. století, ale současně její zatížení stále narůstá s rozvojem výstavby různých logistických center a tzv. satelitní výstavby. Přenosová soustava tak bývá přetížená a rozvoj obnovitelných zdrojů a konkrétně fotovoltaiky přináší příležitost, jak ji „odlehčit“. Důsledkem přetížené DS tak bývá, že investor např. neumožní rozšíření výroby v průmyslovém komplexu, aby síť nebyla ještě více zatížena.

Budování sítí je však investičně náročné a současně návratnost investic v prostředí energetiky je obvykle nad 10 let.

Ze zprávy Českého statistického úřadu vyplývá, že k přelomu roku 2020/2021 dosáhl instalovaný výkon elektráren v ČR hodnoty 21 329,6 MW, z toho parní elektrárny 47,2 %, jaderné elektrárny 20,1 %, fotovoltaické elektrárny 9,6 %, paroplynové elektrárny 6,4 %, vodní elektrárny 5,1 %, plynové 4,5 %, větrné elektrárny a 1,6 % na větrné elektrárny.⁵⁹

Národní energetický mix

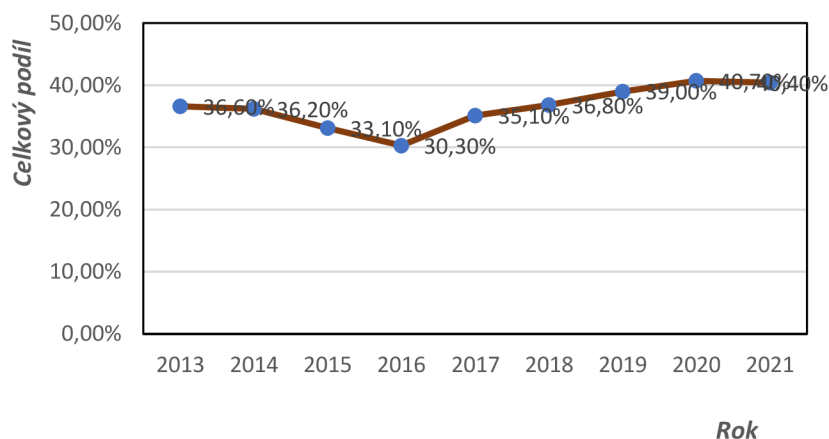
Národní energetický mix je přehledem podílů jednotlivých zdrojů energie.⁶⁰

⁵⁸ BRINK, Corjan; VOLLEBERGH, Herman RJ; VAN DER WERF, Edwin. Carbon pricing in the EU: Evaluation of different EU ETS reform options. *Energy Policy*, 2016, 97: 603-617. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.07.023>

⁵⁹ Oficiální stránky českého statistického úřadu Krajská Správa ČSÚ v brně. *Výroba a spotřeba elektrické energie v roce 2020 | ČSÚ v Brně* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/xb/vyroba-a-spotreba-elektricke-energie-v-roce-2020>

⁶⁰ Národní Energetický mix. *OTE, a.s.* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.sand.ote-cr.cz/cs/statistika/narodni-energeticky-mix>

Obrázek 5 Mezinárodní podíl obnovitelných zdrojů energie



Zdroj: Národní Energetický mix, 2023, vlastní zpracování

Obrázek 5 Znárodnjuje rozvoj obnovitelných zdrojů energie od roku 2013, je vidět zřejmý pokles k roku 2016, kdy končilo přidělování tzv. Zeleného bonusu.

Tabulka 2 Meziroční srovnání podílů OZE

OZE	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Sluneční	2,63 %	2,88 %	2,77 %	2,14 %	2,07 %	1,66 %	2,27 %	1,65 %
Větrné	0,57 %	0,71 %	0,63 %	0,45 %	0,22 %	0,00 %	0,43 %	0,00 %
Vodní	2,56 %	2,67 %	1,15 %	1,43 %	0,77 %	0,44 %	0,65 %	0,61 %

Zdroj: Národní Energetický mix, 2023, vlastní zpracování

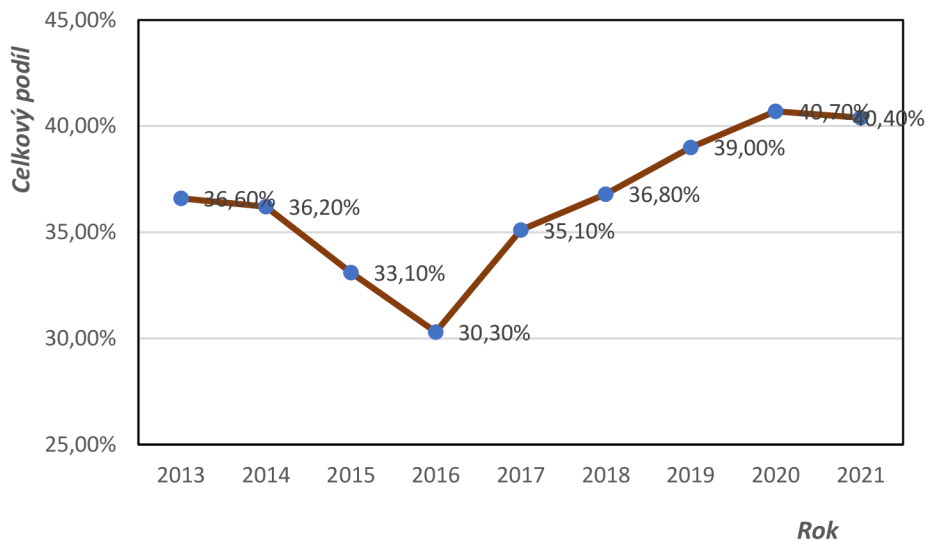
Tabulky 2 a 3 znázorňují jednotlivé meziroční podíly energie z uvedených zdrojů na energetickém mixu v letech 2014–2021.

Tabulka 3 Meziroční srovnání podílů fosilních zdrojů energie

Fosilní zdroj	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Hnědé uhlí (%)	41,27	42,15	43,91	43,7	44,63	46,18	40,00	43,89
Černé uhlí (%)	5,78	6,31	6,97	5,38	4,18	2,84	2,66	0,00
Zemní plyn (%)	5,52	6,41	8,40	5,45	5,80	7,74	9,61	9,89
Ropa a ropné produkty (%)	0,06	0,05	0,05	0,06	0,04	0,15	0,11	0,12

Zdroj: Národní Energetický mix, 2023, vlastní zpracování

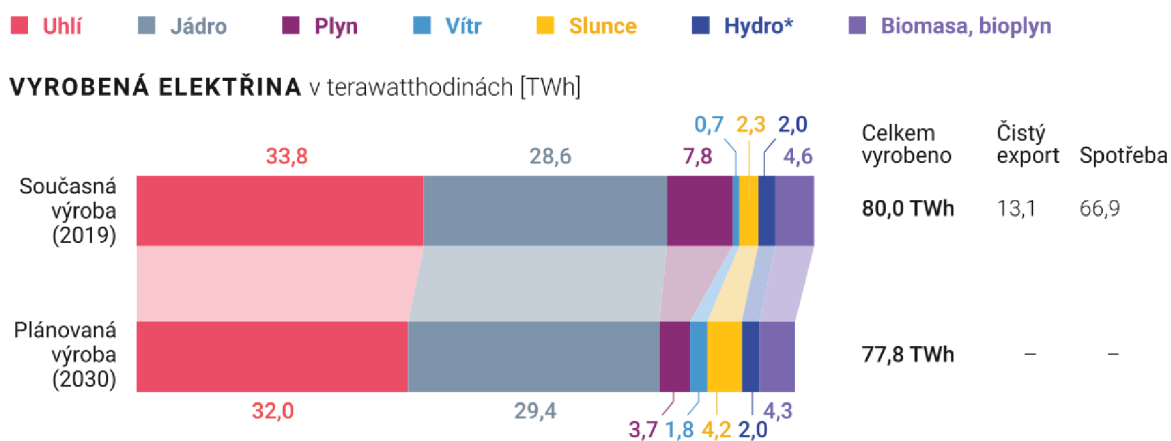
Obrázek 6 Meziroční podíl jaderné energie



Zdroj: Národní Energetický mix, 2023, vlastní zpracování

Na obrázku 6 je vidět nárůst podílu jaderné energie od roku 2016. V současné době se plánuje dostavba nového jaderného bloku Dukovany II kolem roku 2037.

Obrázek 7 Scénář transformace elektroenergetiky v ČR

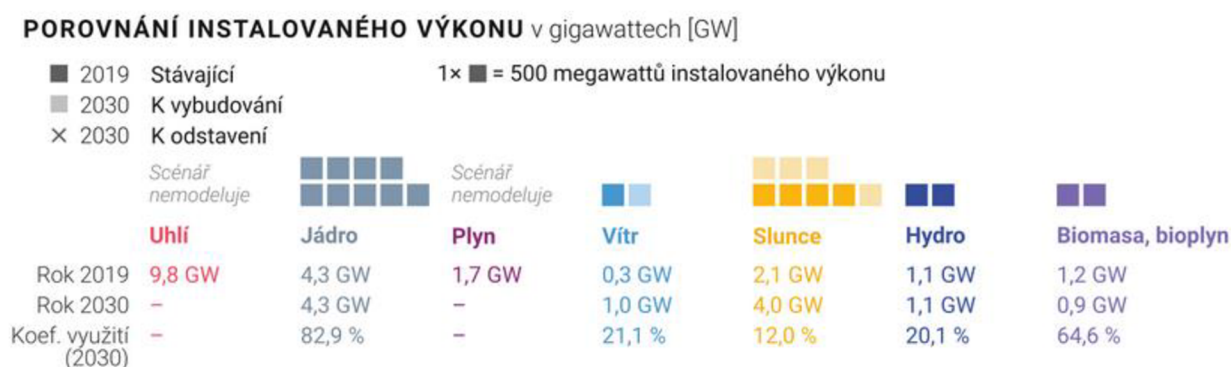


Zdroj: NECP, 2019

Obrázek 7 znázorňuje národní scénář transformace výroby energie s cílem pro rok 2030. Očekává se, že zvýšením energetické účinnosti a úpor, bude množství energie 77,8 TWh.

EU resp. Evropská komise dala jednotlivým zemím za úkol nastavit Národní klimatické plány tak, aby dostatečně reflektovaly emisní cíle Evropské unie a současně je s ní koordinovaly.⁶¹

Obrázek 8 Porovnání instalovaného výkonu



Zdroj: NECP, 2019

Na obrázku 8 je znázorněno porovnání instalovaného výkonu roku 2019 s výhledem do roku 2030.

Adaptační opatření v oblasti průmyslu a energetiky

Tato opatření jsou založena na následujících principech:

1. podpoře udržení trvale přebytkové výrobní i výkonové bilance;
2. zajištění zásob a alternativních dodavatelů paliv nepostradatelných k výrobě elektřiny a tepla;
3. zajištění schopnosti všech výrobních zařízení o instalovaném výkonu nad 30 MW poskytovat regulační a rezervní výkony;
4. zajištění dostupnosti potřebných regulačních a rezervních výkonů ve všech běžných provozních podmínkách;

⁶¹ NECP: Scénář transformace Elektroenergetiky ČR. *Fakta o klimatu* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/studie/2019-scenar-necp>

5. schopnosti zajistit nezbytné dodávky elektřiny z plynových zdrojů;
6. podpora opatření využívajících domácí druhotné zdroje pro výrobu elektřiny a tepla;
7. podpořit rozvoj inteligentních sítí;
8. zajištění schopnosti lokálních systémů pracovat v ostrovních provozech v řádu dnů;
9. zajištění schopnosti přenosové soustavy ČR pracovat dlouhodobě v ostrovním režimu;
10. zajištění vysoké odolnosti přenosové sítě ČR proti importu a šíření poruch;
11. podporovat řešení předcházející přetížení sítě z důvodu navýšení spotřeby či přebytku;
12. předpokladem je i zajištění plné schopnosti rychlé obnovy sítě;
13. podpora rozvoje přenosové soustavy České republiky;
14. podpořit decentralizaci výroby elektrické energie.⁶²

3.4 Obnovitelné zdroje energie

Obnovitelné zdroje jsou takové, které se průběžně a soustavně obnovují. Ze své podstaty nahrazují tradiční fosilní zdroje. Tyto zdroje je možné využít i pro vlastní decentralizovanou výrobu energie. V případě navíc uvažujeme, zda se má jednat o systém ostrovní, nebo síťový.⁶³

Jedná se o energie z uhlíkově neutrálních zdrojů, jakými jsou sluneční záření, voda, vítr, ale také geotermální energie, nebo energie z mořských vln a energie z biomasy. Biomasa představuje veškerou substanci tvořící těla rostlin, živočichů, hub i bakterií.⁶⁴

⁶² Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. *Návrat na úvodní stránku* [online]. 4 March 2015. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie

⁶³ HE, Y. and ZHANG, Z., 2022. Non-Renewable and Renewable Energies, and COVID-19 Pandemic: Do they Matter for China's Environmental Sustainability?. *Energies*, vol. 15, no. 19, pp. 7143. DOI <https://doi.org/10.3390/en15197143>

⁶⁴ JELLEY, N., 2021. Renewable Energy: A very Short Introduction. *TIDEE : TERI Information Digest on Energy and Environment*, 06, vol. 20, no. 2, pp. 277. ISSN 09726721.

Důvodů pro rozvoj obnovitelných zdrojů energie je mnoho. V diplomové práci je často diskutován nárůst spotřeby elektrické energie a dekarbonizace ekonomiky.

Další diskutovanou otázkou jsou surovinové zásoby stávajících fosilních zdrojů a jejich potenciální náhradu zdroji obnovitelnými.⁶⁵

Důvodem přechodu na obnovitelné zdroje energie je také zmírnit následky nárůstu CO₂ v atmosféře, které přispívá ke globálnímu oteplování. V rámci obnovitelných zdrojů energie je tak nutné uvažovat uhlíkovou bilanci, kdy se v případě např. použití zdrojů z biomasy (ať už záměrně pěstované nebo odpadní) v rámci svého životního cyklu váže větší množství CO₂, než které je uvolňováno do ovzduší během jejího spalování.⁶⁶

Obnovitelné zdroje energie jsou tak nástrojem pro splnění závazků snížení dopadů nárůstu globální teploty vlivem spalování fosilních zdrojů, avšak je nutné vytvářet nejen dostatečně příznivé podmínky na úrovni států, ale současně je nutné uvažovat, že i země Evropské unie mají nerovné podmínky pro rozvoj všech OZE.⁶⁷ V tabulce 4 je znázorněn vývoj podílu obnovitelné energie v ČR.

⁶⁵ PEACOCK, J., HUANG, G., SONG, J. and MARKIDES, CH.N. Techno-economic assessment of integrated spectral-beam-splitting photovoltaic-thermal (PV-T) and organic Rankine Cycle (ORC) systems. *Energy Conversion and Management*. 2022. Vol. 269, p. 116071. DOI 10.1016/j.enconman.2022.116071.

⁶⁶ TROUT, K., MUTTIT, G., LAFLEUR, D., THIJS VAN, D.G., MENDELEVITCH, R. MEI and L. MEINSHAUSEN, M. 2022. Existing Fossil Fuel Extraction would Warm the World Beyond 1.5 °C. *Environmental Research Letters*, 06, vol. 17, no. 6, pp. 064010. DOI <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac6228>

⁶⁷ NOBEL, A., LIZIN, S., BROUWER, R., BRUNS, S.B, STERN, D.I and MALINA, R. Are biodiversity losses valued differently when they are caused by human activities? A meta-analysis of the non-use valuation literature. *Environmental Research Letters*. 2020. Vol. 15, no. 7p. 073003. DOI 10.1088/1748-9326/ab8ec2.

Tabulka 4 Vývoj podílů obnovitelné energie v České republice

	Spotřeba elektriny	Vytápění a chlazení	Doprava	Podíl na konečné spotřebě energie
2013	12,78 %	17,71 %	6,44 %	13,93 %
2014	13,89 %	19,53 %	7,00 %	15,07 %
2015	14,07 %	19,79 %	6,54 %	15,07 %
2016	13,61 %	19,88 %	6,50 %	14,93 %
2017	13,65 %	19,73 %	6,62 %	14,80 %
2018	13,71 %	20,64 %	6,56 %	15,14 %
2019	14,05 %	22,63 %	7,83 %	16,24 %
2020	14,81 %	23,53 %	9,38 %	17,30 %

Zdroj: Ministerstvo průmyslu a obchodu, vlastní zpracování

3.4.1 Princip solární energie

Sluneční záření vzniká jadernými přeměnami v nitru Slunce. Představuje proud fotonů o různých vlnových délkách.

Jedná se o elektromagnetické záření, které lze na základě vlnových délek rozdělit na:

1. viditelné o vlnové délce 380–780 nm;
2. infračervené o vlnové délce >než 780 nm;
3. ultrafialové <380 nm.

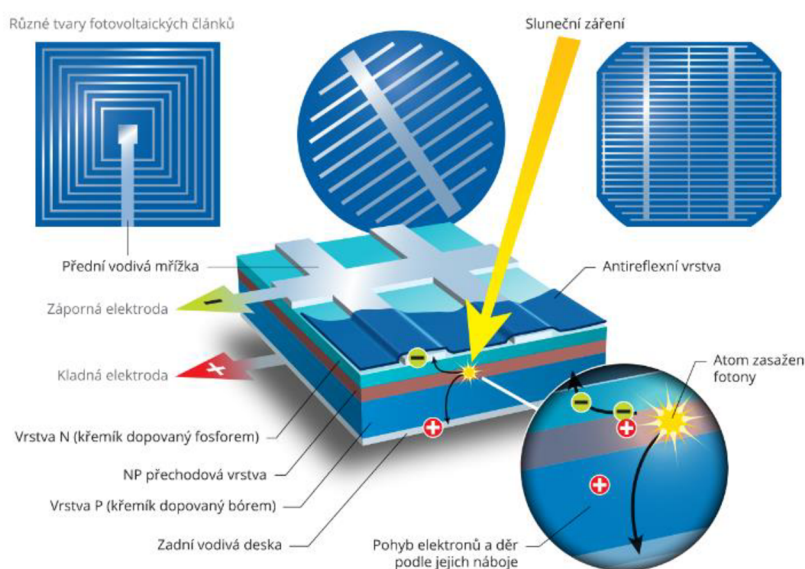
Systém fotovoltaické elektrárny pro výrobu elektrické energie je sestavou z několika komponentů. Jedná se především o panely, které představují články, jejichž celkový výkon se udává v jednotkách kWp. Jedná se o celkové množství elektrického výkonu fotovoltaických článků, které by měly dodávat v ideálních osvitových podmínkách jasného dne.^{68 69}

⁶⁸ BELMILI, H., HADDADI, M., BACHA, S., ALMI, M.F. and BENDIB, B.. Sizing stand-alone photovoltaic–wind hybrid system: Techno-Economic Analysis and Optimization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014. Vol. 30, p. 821–832. DOI 10.1016/j.rser.2013.11.011.

⁶⁹ KHATIB, T. and ELMENREICH, W., 2016. *Modeling of Photovoltaic Systems using MATLAB: Simplified Green Codes*. 1st ed. Somerset: John Wiley & Sons, Incorporated, Jul 12 Ebook Central. ISBN 9781119118138

Principem je fotoelektrický jev, kdy působením proudu fotonů na materiály (obvykle křemík) tvořící fotovoltaický článek vzniká elektrický proud. Jedná se tedy o přímou přeměnu slunečního záření na elektrickou energii. Tento jev zpozoroval již v roce 1839 francouzský fyzik a nositel Nobelovy ceny za fyziku Henri Becquerel. Fotovoltaický panel se tak skládá z několika polovodičových článků sériově či paralelně spojených do obvodu a společně tak mohou zajistit potřebný výkon panelu. Systém fotovoltaické elektrárny je připojen k distribuční soustavě (DS) „on grid“, či přímo zdroji bez nutnosti připojení do DS jako tzv. „off grid“. Běžné výkony fotovoltaických elektráren se pohybují od řádu jednotek kWp až po velké elektrárny v řádu desítek GWp.⁷⁰

Obrázek 9 Princip práce fotovoltaického článku generujícího stejnosměrný proud



Zdroj: FG Forrest, 2022

Elektrický proud, který vzniká, je stejnosměrný, avšak spotřebiče jsou vyrobeny pro odběr střídavého proudu. Proto je nutným komponentem sestavy FVE střídač neboli měnič, který stejnosměrný proud převede na střídavý. Současně je opatřen naprogramovaným

⁷⁰ PARIDA, Bhubaneswari, INIYAN, S. and GOIC, Ranko. A review of Solar Photovoltaic Technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2011. Vol. 15, no. 3p. 1625–1636. DOI 10.1016/j.rser.2010.11.032.

chováním, aby prioritizoval výrobu energie z FVE či případně vyvedl energii z akumulátorů a pokud i tak byl energie nedostatek, odebere elektřinu ze sítě.^{71 72}

Střídače současně komunikují s uživatelem prostřednictvím webových stránek, či mobilní aplikace, kdy investor získává nepřetržitě data o výrobě a spotřebě elektřiny.⁷³

Fotovoltaická solární energie je díky neomezenému přísunu sluneční energie jednou z nejrychleji se rozvíjejících odvětví energetiky a současně předmětem výzkumu, jakým způsobem zlevnit a zefektivnit výrobu elektřiny i jak maximalizovat z omezené plochy panelu její výrobu.

Vedle fotovoltaiky je běžně rozšířená fototermika, kdy proud fotonů neslouží pro výrobu stejnosměrného proudu, ale teplé vody. S fototermikou se lze často setkat v jižních zemích, kde tak odpadá potřeba centrálního ohřevu vody či zemního plynu pro domácí plynové kotle.

Fotovoltaika v kombinaci například s tepelným čerpadlem zvyšuje energetickou soběstačnost budov a je vhodným nástrojem pro zajištění vlastní levné energie.^{74 75}

Na obrázku 9 je vidět složení a princip fotovoltaického článku. Ten se skládá z materiálu typu n mající tzv. děrovou vodivost a materiálu typu p , který má tzv., děrovou vodivost. Materiálem typu n je v solárním článku křemík, materiálem typu p je například křemík s borem. Spojené články jsou dále zapouzdřeny v hermeticky uzavřeném fotovoltaickém panelu.

⁷¹ NOVAES PIRES LEITE, G., WESCHENFELDER, F., ARAÚJO, A.M., VILLA OCHOA, Á. A., FRANCA PRESTRELO NETO, N. and KRAJ, A. An economic analysis of the integration between air-conditioning and solar photovoltaic systems. *Energy Conversion and Management*. 2019. Vol. 185, p. 836–849 <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.02.037>

⁷² PEACOCK, J., HUANG, G., SONG, J. and MARKIDES, CH.N. Techno-economic assessment of integrated spectral-beam-splitting photovoltaic-thermal (PV-T) and organic Rankine Cycle (ORC) systems. *Energy Conversion and Management*. 2022. Vol. 269, p. 116071. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.116071>.

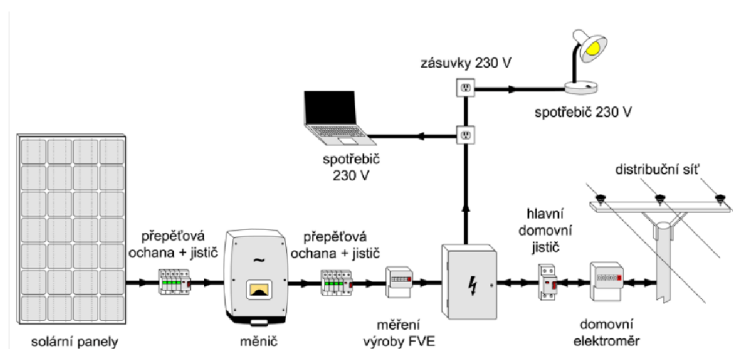
⁷³ Jak fungují Fotovoltaické Elektrárny. *E.ON* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/zelena-energie/solarni-energie/jak-funguji-fotovoltaicke-elektrarny/>

⁷⁴ SAMPAIO, P.G.V. and GONZÁLEZ, M. [PDF] Photovoltaic Solar Energy: Conceptual Framework: Semantic scholar. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* [online]. 1 January 1970. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/...791>

⁷⁵ KHATIB, T. and ELMENREICH, W., 2016. *Modeling of Photovoltaic Systems using MATLAB: Simplified Green Codes*. 1st ed. Somerset: John Wiley & Sons, Incorporated, Jul 12 Ebook Central. ISBN 9781119118138

Tlak na zvýšení účinnosti není jediným technologickým pokrokem poslední dekády, výzkum směřoval také na zajištění mechanické odolnosti proti nepříznivým podmínkám počasí, prachu i působení ultrafialového záření.^{76 77}

Obrázek 10 Princip fotovoltaické elektrárny



Zdroj: E.ON, 2023

Na obrázku 10 je znázorněna sestava fotovoltaické elektrárny a její prvky.

3.4.2 Solární energie v zemědělském sektoru

Na vodorovně umístěnou plochu jednoho metru čtverečního na území ČR dopadá za rok více než 1 000 kWh sluneční energie. Na obrázku 11 je vidět podrobné rozložení slunečního svitu v České republice v jednotlivých krajích. Jak je zřejmé ze světelné mapy, nejvíce slunečního záření dopadá na jižní Moravě. Celorepublikový průměr je průměr za ČR je 1600 h/rok.

⁷⁶ PEACOCK, J., HUANG, G., SONG, J. and MARKIDES, CH.N. Techno-economic assessment of integrated spectral-beam-splitting photovoltaic-thermal (PV-T) and organic Rankine Cycle (ORC) systems. *Energy Conversion and Management*. 2022. Vol. 269, p. 116071. DOI 10.1016/j.enconman.2022.116071.

⁷⁷ PUTRI NOR LIYANA, M.R., AKHTER, M.N., MEKHILEF, S. and NORAISYAH, M.S., 2023. Review on the Application of Photovoltaic Forecasting using Machine Learning for very Short- to Long-Term Forecasting. *Sustainability*, vol. 15, no. 4, pp. 2942 Coronavirus Research Database. DOI <https://doi.org/10.3390/su15042942>

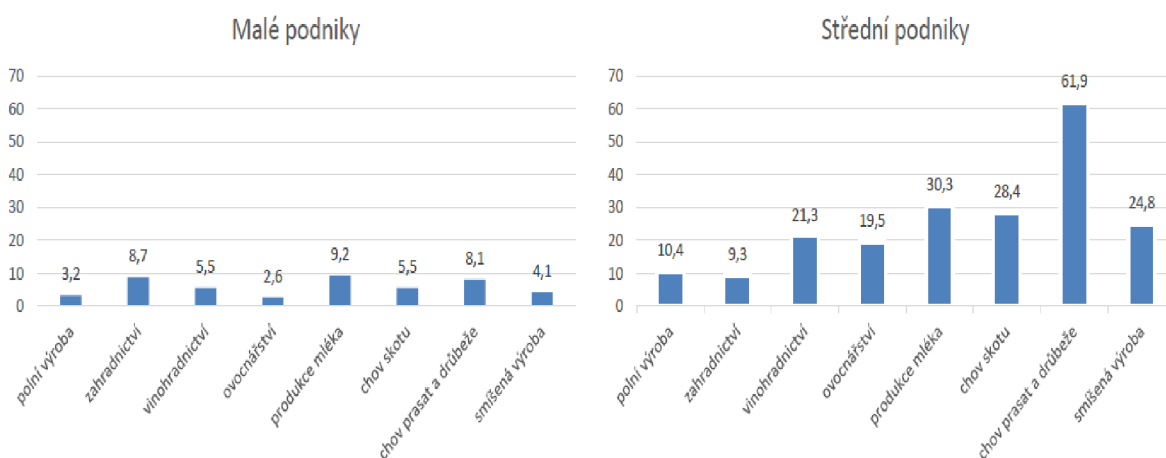
Obrázek 11 Mapa slunečního svitu v České republice



Zdroj: Mlejnek, nedatováno

Na obrázku 12 je dále znázorněna průměrná spotřeba nakoupené elektrické energie dle typologie zemědělských podniků. Z obrázku vyplývá, že nejvyšší spotřebu v rámci sektoru vykazuje živočišná produkce.

Obrázek 12 Průměrná spotřeba nakoupené elektrické energie v MWh dle podniků



Zdroj: Ministerstvo zemědělství, nedatováno

4 Praktická část práce

Praktická část práce je zaměřena na mezioborové hodnocení investice. Pro účely diplomové práce byl vybrán objekt zemědělského podniku disponující dostatečnou plochou střech i potřebnou velikostí trafostanice bez nutnosti navýšení výkonu i v případě navržené elektrárny.

4.1 Technicko-energetický model

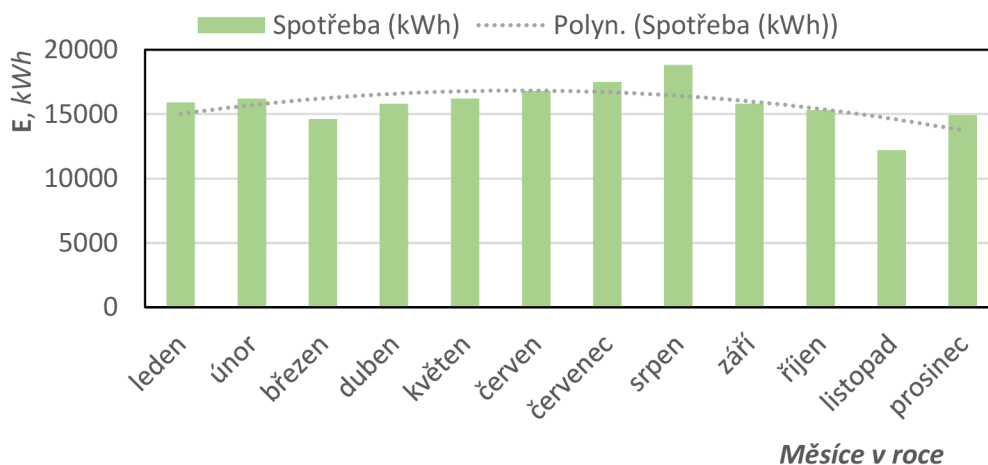
Pro vytvoření technicko-energetického modelu je, jak je uvedeno výše, nutné uvažovat dispozice objektu i možnosti trafostanice. Pro návrh systému jsou uvažovány následující technologie a výkony:

Moduly: LONGI 460 Wp monokrystalické,

Střídače: 7x Huawei SUN2000-60KTL-M0

Cena elektrárny: 29 600 Kč za kWp

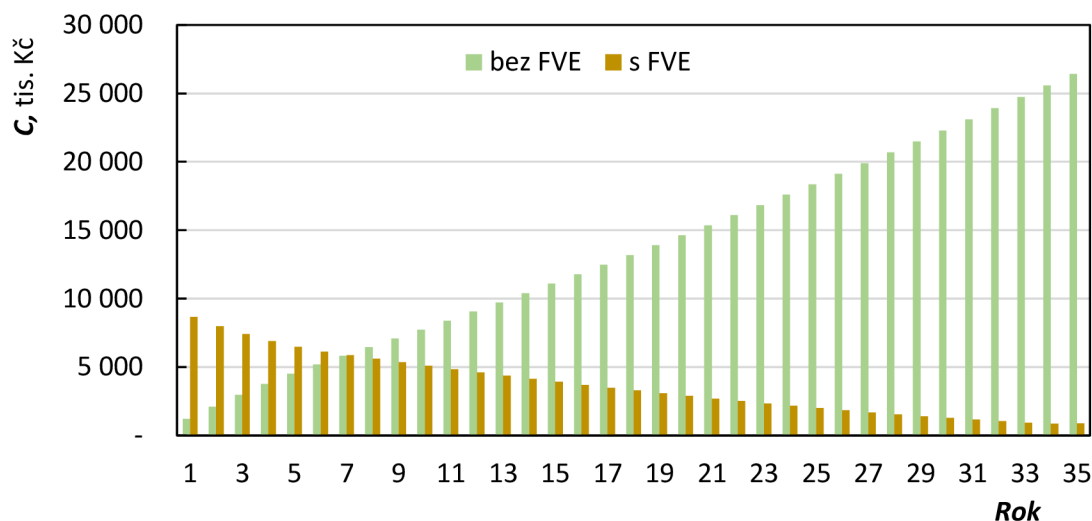
Obrázek 13 Stávající spotřeba areálu v jednotlivých měsících



Zdroj: Vlastní zpracování

Na obrázku 13 je graficky znázorněna roční spotřeba energie v celém areálu. Jak je z obrázku patrné, dosahuje v jednotlivých měsících relativně podobných hodnot, nicméně

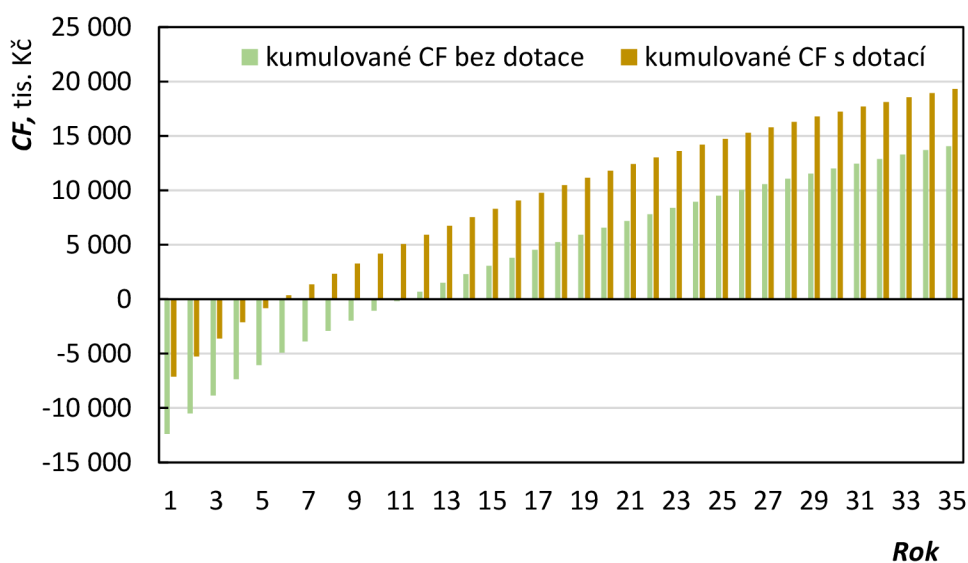
Obrázek 21 Kumulativní čisté náklady bez FVE a s FVE se započtenou dotací



Zdroj: Vlastní zpracování

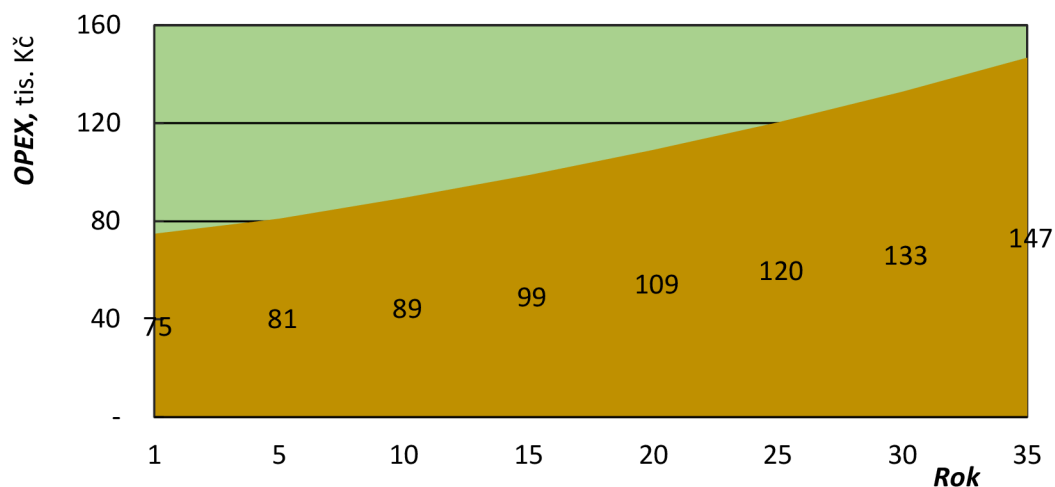
V případě započtení dotace na fotovoltaickou elektrárnu je na základě vývoje čistých kumulativních nákladů (obrázek 21) zřejmá vhodnost investice od 7. roku. V obou případech, kdy je fotovoltaická elektrárna uvažována bez dotace a s dotací se kromě pokrytí spotřeby energie v areálu počítá také s prodeji přetoků do distribuční sítě.

Obrázek 22 Doba návratnosti investice na základě kumulovaného diskontovaného Cash-Flow



Zdroj: Vlastní zpracování

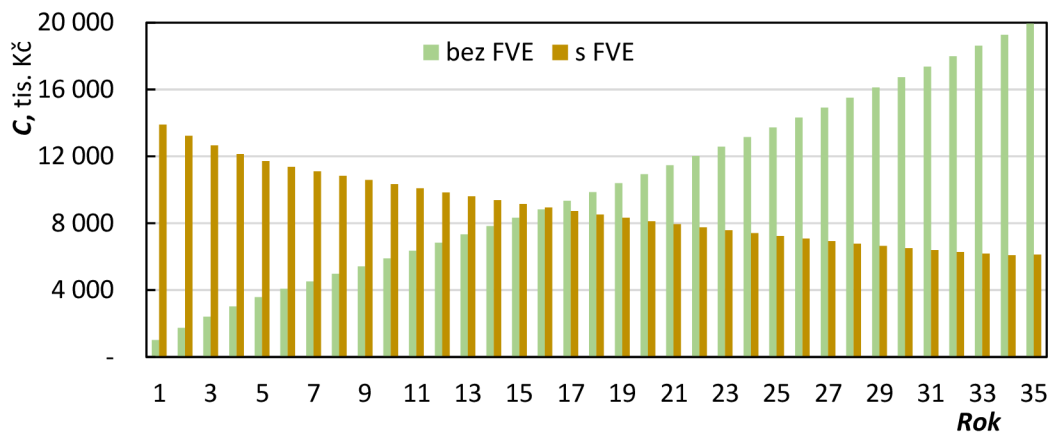
Obrázek 19 Provozní náklady v čase



Zdroj: Vlastní zpracování

Na obrázku 19 je dále znázorněn vývoj provozních nákladů v závislosti na čase v tis. Kč. Současně je uvažován zpětný odběr fotovoltaických panelů i vliv inflace.

Obrázek 20 Kumulativní čisté náklady bez FVE a s FVE bez započtení dotace

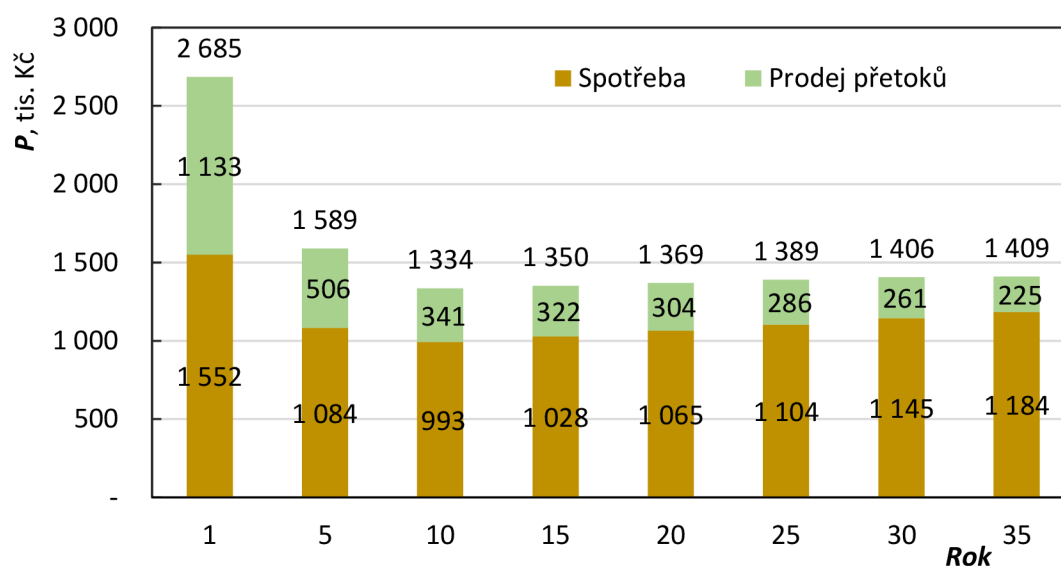


Zdroj: Vlastní zpracování

Na obrázku 20 je znázorněn vývoj kumulativních čistých nákladů bez investice do fotovoltaické elektrárny a s fotovoltaickou elektrárnou, pro kterou není uvažována dotace. Z obrázku je patrná na základě vývoje nákladů vhodnost investice do fotovoltaické elektrárny od přibližně 16. roku.

Dispozice areálu v rámci kapacity výroby převyšuje celkovou spotřebu. Pro danou situaci není uvažována akumulace energií, a naopak je uvažován prodej přetoků elektřiny do sítě jako investiční příležitosti v případě kladného vyjádření distribuce v rámci smlouvy o připojení. Na obrázku 18 je znázorněna ekonomická bilance spotřeby a potenciálního zhodnocení přetoků ve vyjádření v tis. Kč.

Obrázek 18 Ekonomická bilance výroby elektřiny pro pokrytí spotřeby a prodej přetoků do sítě



Zdroj: Vlastní zpracování

Pokles výnosů z prodeje elektřiny v 1–5 roce odpovídá přibližně 10% poklesu výkupních cen elektřiny. V následujících letech je predikován přibližně 2% pokles cen i pokles účinnosti fotovoltaických panelů s ohledem na výrobcem predikovanou záruku na výkon

V tabulce 10 jsou uvedeny investiční a provozní náklady spojené s realizací fotovoltaické elektrárny včetně nákladů na likvidaci. Uvažovaná dotace činí 35 % na základě Modernizačního fondu SFŽP u instalace do fotovoltaik do 1 MWp.⁸⁰

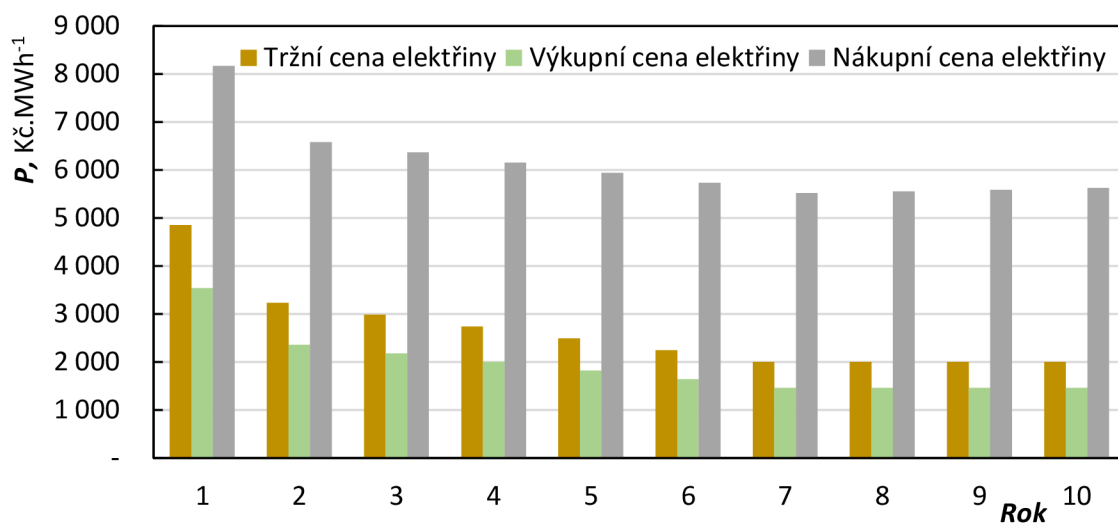
Tabulka 10 Investiční náklady

Parametr	Jednotka	Hodnota
Investiční náklady před dotací	Kč	14 965 760
Dotace	%	35
Investiční náklady po dotaci	Kč	9 727 744
Provozní náklady jako % z investičních nákladů	%	0,5
Roční provozní náklady	Kč	74 829
Provozní náklady celkem	Kč	3 741 027
Náklady na likvidaci	Kč	98 034

Zdroj: Vlastní zpracování

Na obrázku 17 jsou uvedeny tržní, výkupní a nákupní ceny elektřiny, v Kč za MWh, které jsou s desetiletou predikcí započítány v rámci ekonomického modelu.

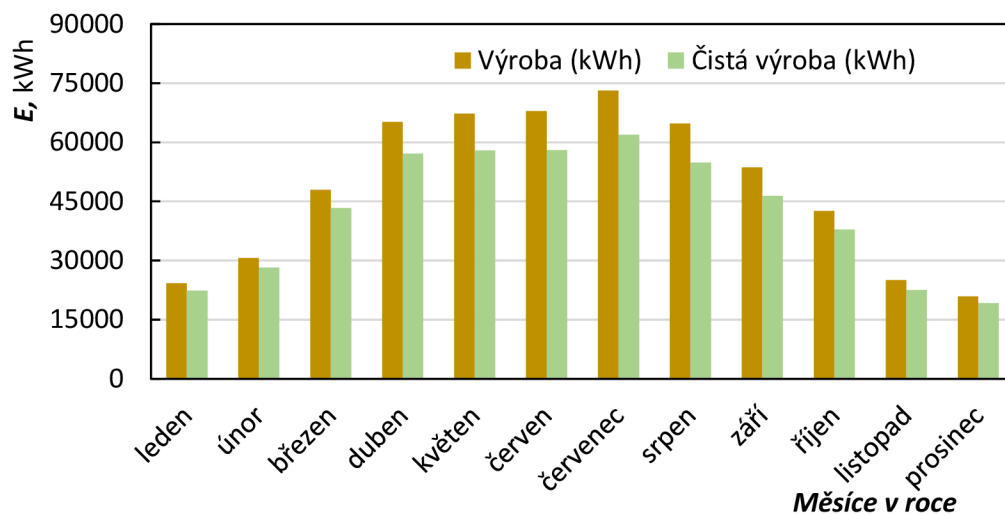
Obrázek 17 Vývoj cen elektřiny v ekonomickém modelu



Zdroj: Vlastní zpracování

⁸⁰ Modernizační fond. *Domů* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/modernizacni-fond/>

Obrázek 16 Uvažovaná roční produkce elektrické energie navrženého modelu elektrárny v kWh



Zdroj: Vlastní zpracování

Jak je zřejmé z obrázku 16, nejvyšší produkce elektrické energie fotovoltaické elektrárny dosahuje v letním období s maximální produkcí energie v měsíci červenec. Nižší účinnost elektrárny v zimních měsících je dána kratšími dny a nižší intenzitou slunečního záření.

4.2 Ekonomický model

V tabulce 9 jsou uvedeny makroekonomické ukazatele na vstupu ekonomického modelu. Pro výpočet je uvažována 2% inflace na základě predikce České národní banky.⁷⁹

Tabulka 9 Makroekonomické ukazatele

Parametr	Jednotka	Hodnota
Inflace	% p.a.	2,0%
Výnos desetiletých státních dluhopisů	% p.a.	3,53%

Zdroj: Vlastní zpracování

⁷⁹ Prognóza ČNB – zima 2023. Aktuální prognóza ČNB - Česká národní banka [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/menova-politika/prognosa/>

Tabulka 7 Uvažované ztráty systému

Parametr	Jednotka	Hodnota
Ztráty střídavý systém	%	0,5
Stínování	%	0,8
Odraz	%	3,5
Znečištění	%	2,0
Ozáření	%	1,1
Teplota	%	5,6
Nesoulad systému	%	4,3
Elektrické vedení	%	0,4
Střídač	%	1,4

Zdroj: Vlastní zpracování

Nejvýznamnější uvažovanou ztrátou je započtení vlivu teploty a to celkem 5,6 % i nesoulad systému v rámci stringu, který je možné zaznamenat v disproporcích v osvitu.

Z návrhu technického řešení FVE byl dále vyhodnocena energetická bilance výroby elektrické energie. Výstupy produkce jsou uvedeny v tabulce 8.

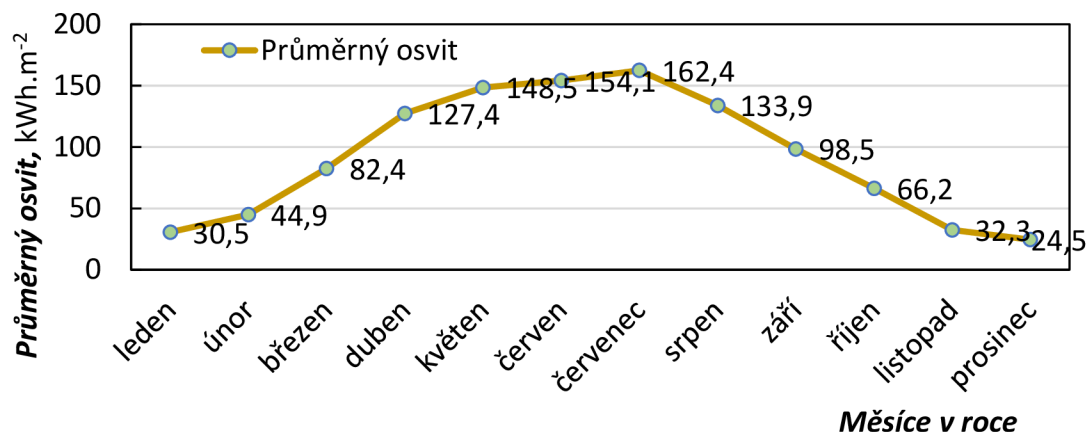
Tabulka 8 Roční produkce elektrické energie dle optimálních dispozic objektu

Parametr	Jednotka	Hodnota
Výkon elektrárny na výstupu	kWp	460,82
Energie na vstupu do střídače (poměr 0,76)	kW	650,0
Roční produkce elektrárny	MWh	509,9
Poměr výkonu	%	82,0
kWh/kWp	-	1 038,8

Zdroj: Vlastní zpracování

Fotovoltaická elektrárna bude produkovat 509,9 MWh, s uvažovanými a vyhodnocenými ztrátami je výkon elektrárny na výstupu 460,82 kWp. Produkce elektrické energie v jednotlivých měsících je znázorněna na obrázku 16, z hlediska výroby elektřiny celkově i čisté po započtení výše zmíněných ztrát.

Obrázek 15 Průměrný sluneční osvit kWh.m⁻²



Zdroj: Vlastní zpracování

Pro výpočet energetické bilance je dále uvažována i teplota, jelikož se zvyšující se teplotu se snižuje účinnost fotovoltaického článku a má také vliv na roční produkci elektrické energie. V tabulce 5 jsou uvažované metriky teploty.

Tabulka 5 Metriky teploty

Parametr	Jednotka	Hodnota
Průměrná provozní okolní teplota	°C	9,8
Průměrná teplota článku	°C	23,5

Zdroj: Vlastní zpracování

V rámci technicko-energetického modelu je současně uvažována roční doba provozu viz. tabulka 6.

Tabulka 6 Metriky simulace

Parametr	Jednotka	Hodnota
Roční uvažovaná doba provozu	h	4581
Řešená doba provozu	h	4581

Zdroj: Vlastní zpracování

Z hlediska energetické efektivity je nutné uvažovat také potenciální ztráty systému uvedené v tabulce 7.

vrchol nastává v letních měsících. To i předurčuje využití fotovoltaické elektrárny, které obecně dosahují v zeměpisných podmínkách střední Evropy nejvyšší účinnosti a výkonu právě v letním období.

Z hlediska účinnosti fotovoltaických panelů byla vybrána jižní orientace, jak je vidět i na obrázku 14. Celkový počet panelů činí 1067 kusů rozmístěných na celkem sedmi střechách areálu.

Obrázek 14 Design na základě kapacity a orientace střech



Zdroj: Vlastní zpracování

Podle kapacity střech a jejich orientace jižním směrem je možné z areálu získat 490,82 kW výkonu. Pro samotnou FVE je nutné také uvažovat statický posudek a požárně bezpečnostní řešení, které není zahrnuto do ekonomického výpočtu.

V energetickém modelu je započítán osvit na základě světelné mapy. Na obrázku 15 je vyhodnocen průměrný sluneční osvit dle GPS a znázorněn jako množství kWh slunečního záření na m². Na obrázku jsou uvedeny průměrné hodnoty v jednotlivých měsících, reálná data závisí také na počasí.⁷⁸

⁷⁸ *Solar Resource Maps of Middle East* (no date) Solargis. [cit. 2023-1-22] Dostupné z: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/middle-east>

Na obrázku 22 je dále znázorněna doba návratnosti na základě kumulovaného diskontovaného Cash-Flow. V případě, kdy není započítána do investice přidělená dotace, nastává přibližně okolo 11. roku, při započtení dotace potom mezi 5. a 6. rokem od realizace.

Tabulka 11 sumarizuje celkovou bilanci výnosů na základě uvažovaném 1% růstu regulované složky ceny elektřiny při ceně 3,3 Kč za kWh.

Tabulka 11 Celkové výnosy z FVE

Parametr	Jednotka	Hodnota
Růst regulované složky ceny elektřiny	%	1,0
Regulovaná složka ceny elektřiny	Kč.kWh ⁻¹	3,3
Nákupní cena komodity 1. rok	Kč.kWh ⁻¹	4,8
Nákupní cena komodity 2. rok	Kč.kWh ⁻¹	3,2
Nákupní cena komodity 12. rok	Kč.kWh ⁻¹	2,0
Senzitivita	%	20%
Nákupní cena elektřiny 7. rok	Kč.kWh ⁻¹	1,6
Doba trvání poklesu ceny	roky	5
Meziroční pokles nákupní ceny elektřiny	Kč.kWh ⁻¹	0,33
Prodejní cena elektřiny 1. rok	Kč/kWh	3,5
Prodejní cena elektřiny 2. rok	Kč/kWh	2,4
Výnosy - spotřeba elektřiny	Kč	38 424 181
Výnosy - prodej elektřiny	Kč	12 689 184
Výnosy – celkem	Kč	51 113 365

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce 12 je sumarizovaná celková bilance spotřeby a prodeje elektřiny při uvažovaném technickém modelu a čisté roční výrobě elektrické energie 509,9 MWp.

Tabulka 12 Výnosy z investice do FVE

Parametr	Jednotka	Hodnota
Spotřeba elektřiny/rok	MWh	190
Prodej elektřiny do sítě/rok	MWh	320
Výnosy - spotřeba elektřiny	Kč	38 424 181
Výnosy - prodej elektřiny	Kč	12 689 184
Výnosy – celkem	Kč	51 113 365

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 13 sumarizuje náklady a výnosy investice do fotovoltaické elektrárny se započtení dotace i bez započtení dotace.

Tabulka 13 Výnosy a zhodnocení investičních nákladů

Parametr	Jednotka	Hodnota
Náklady na spotřebu elektřiny	Kč	38 428 795
Výnosy - zhodnocení investičních nákladů - reinvestice zisků		
Roční výnos - investice před dotací	Kč	35 432 584
Roční výnos - investice po dotaci	Kč	23 031 180
Čisté náklady ve stavu bez investice - před dotací - reinvestice zisků		
Náklady na spotřebu elektřiny	Kč	38 428 795
Roční výnos - investice před dotací	Kč	35 432 584
Čisté náklady ve stavu bez investice - před dotací	Kč	2 996 211
Čisté náklady ve stavu bez investice - po dotaci - reinvestice zisků		
Náklady na spotřebu elektřiny	Kč	38 428 795
Roční výnos - investice po dotaci	Kč	23 031 180
Čisté náklady ve stavu bez investice - po dotaci	Kč	15 397 615
Čisté náklady ve stavu bez investice - před dotací - bez reinvestice zisků		
Náklady na spotřebu elektřiny	Kč	38 428 795
Roční výnos - investice před dotací	Kč	18 490 196
Čisté náklady ve stavu bez investice - před dotací	Kč	19 938 598
Čisté náklady ve stavu bez investice - po dotaci - bez reinvestice zisků		
Náklady na spotřebu elektřiny	Kč	38 428 795
Roční výnos - investice po dotaci	Kč	12 018 628
Čisté náklady ve stavu bez investice - po dotaci	Kč	26 410 167

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce 14 je uvedena vypočtená čistá současná hodnota investice bez dotace i s dotací a vnitřní výnosové procento při všech výše započtených ukazatelech a parametrech technicko-energetického modelu. Čistá současná hodnota bez započtení dotace činí 14 069 162 Kč, vnitřní výnosové procento potom 11,28 %; v případě započtené dotace je čistá současná hodnota 19 307 178 Kč a vnitřní výnosové procento 21,44 %.

Tabulka 14 Čistá současná hodnota investice a IRR

Parametr	Jednotka	Hodnota
Bez dotace		
Diskontní sazba	%	3,53
Čistá současná hodnota peněžních toků	Kč	14 069 162
Vnitřní výnosové procento IRR	%	11,28 %
S dotací		
Diskontní sazba	%	3,53
Čistá současná hodnota peněžních toků	Kč	19 307 178
Vnitřní výnosové procento IRR	%	21,44 %

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce 15 jsou na závěr uvedeny vypočtené diskontované náklady, produkce a vyrovnané náklady na elektřinu jako měřítko průměrných čistých současných nákladů na výrobu elektřiny v rámci doby uvažovaného projektu.

Tabulka 15 Vyrovnané náklady na výrobu elektřiny

Parametr	Jednotka	Hodnota
Diskontované náklady celkem	Kč	11 814 307
Diskontovaná produkce elektřiny	kWh	9 612 010
Vyrovnané náklady na elektřinu se započtením dotace	Kč/kWh	1,229

Zdroj: Vlastní zpracování

4.3 Klasifikace marketingového mixu

V této části diplomové práce je provedena klasifikace marketingového mixu, jako je produkt, distribuce, cena a propagační mix solární energie.

V současné době je velmi diskutována problematika obnovitelných zdrojů energie jako takových, dekarbonizace energetiky, vyhledávání vlastních decentralizovaných zdrojů energie, které současně rezonují s bezpečnostní situací a bezpečností dodávek energie. Psychologie zákazníků je založena převážně na ceně, méně je pak uvažován postoj k životnímu prostředí a energetická bezpečnost. S ohledem i na řešenou problematiku v diplomové práci je hodnocena ekonomická výhodnost fotovoltaické elektrárny, její náklady, potažmo výnosy z prodeje přetoků elektrické energie do sítě, ale i určitý úhel taxonomie, která je v současné době již poměrně diskutovaná především v zemědělském sektoru.

Postoj jednotlivých zákazníků je víceméně formován převážně ekonomickou výhodností, která je, jak vyplývá z kapitoly 4.2, založena převážně na poskytovaných dotacích. V kontextu Evropské unie Česká republika vlivem nechvalně známého fotovoltaického boomu v roce 2010 a následnou absencí dotace velice zaostává především za zeměmi západní Evropy. Ke zvýšení podílu fotovoltaiky na trhu přispívá vedle dotací hlavně volatilita cen, která se projevuje ve změnách v přístupu k fotovoltaike, kdy se zvyšující se cenou za energie poptávka roste a při poklesu upadá. Postoj k fotovoltaike je tak spíše ovlivněn ekonomikou v kombinaci s podporou obnovitelných zdrojů založených na dokumentu Zelená dohoda pro Evropu. Marketingové nástroje jako propagace a reklama tak

nejsou dominantní pro zvýšení zájmu o fotovoltaiku, nýbrž pomáhají ve výběru realizační firmy již rozhodnutého zákazníka. Zelený marketing v tomto ohledu cílí spíše na generaci Z, která zatím netvoří cílovou skupinu.

4.3.1 Produktový mix fotovoltaických systémů

Fotovoltaické systémy jsou sestavou mnoha výrobků. V tabulce 16 jsou uvedeny hlavní konstrukční prvky.

Tabulka 16 Komponenty fotovoltaické elektrárny

Systém fotovoltaické elektrárny
Panely
Měniče
Kabelové rozvody AC/DC
Nosná konstrukce

Zdroj: Vlastní zpracování

Marketing výrobku je snadný, pokud je zcela zřejmá jeho kvalita. Právě zmíněná kvalita je úskalím fotovoltaických systémů, jelikož zákazník nedokáže odlišit lepší či horší kvalitu či ocenit vyšší či nižší výkon při vizuálním posouzení. Pro uspokojení preferencí či spokojenosti zákazníka je nutné uvažovat, zda se jedná o fyzickou osobu, která má zájem pokrýt spotřebu např. rodinného domu fotovoltaickým systémem, či zda se jedná o průmyslový či konkrétně zemědělský podnik, který chce využít investice také pro prodej elektrické energie do sítě ať už ve formě přetoků, či vyvedení celého výkonu pouze do distribuční soustavy.

V případě právnické osoby je uvažován větší tlak na kvalitu výrobku z hlediska dlouhodobé investice (v diplomové práci počítáno na 35 let), což je také dáno mnohonásobně vyšším počtem modulů tvořících fotovoltaickou elektrárnu, kde se úměrně s kvantitou zvyšuje i riziko poruchy. Pro průmyslový sektor by tak měl být větší tlak na dlouhodobost poskytovaných záruk na mechanické vlastnosti a výkon. V tabulce 17 jsou běžné záruky poskytované výrobcí komponentů.

Tabulka 17 Záruky na fotovoltaický systém

Záruky
25 let na výkon fotovoltaických panelů
12 let na mechanické vlastnosti fotovoltaických panelů
10 let na střídače
2 roky na práci
2 roky na ostatní komponenty

Zdroj: Vlastní zpracování

Úskalím záruk u fotovoltaických panelů je, že výrobce sice garantuje výše uvedené garance, avšak nikoliv proti výrobku, nýbrž proti výkonu. Dá se tak očekávat, že vymahatelnost záruk přes realizátora FVE na výrobci bude komplikovaná, jelikož budou v dalších letech jiné výrobkové řady o jiném výkonu a současně je nutné uvažovat náklady spojené s dopravou reklamované položky. Právě výše zmíněné může být poměrně významným prvkem, jak v rámci produktu cílit právě u již rozhodnutých zákazníků na zvýšenou kvalitu za cenu vyšších nákladů.

4.3.2 Distribuce solární energie

Fotovoltaický systém je založen na přeměně sluneční energie na stejnosměrný proud. Ten je následně ve střídači převeden na střídavý proud, jelikož spotřebiče energie jsou založené na tomto typu energie. Pro uvažovaný průmyslový sektor je distribuce elektrické energie dále závislá na připojení do distribuční sítě. Podmínkou pro realizování investičního záměru diplomové práce je tzv. smlouva o připojení. Ta je však často ovlivněna již rezervovaným příkonem v distribuční síti již od dalších investorů, kdy je nutné počítat s toky energie v čase, ale je nutné uvažovat také stáří přenosové soustavy v České republice. Očekávají se investice do posílení sítě a investoři tak často dostanou smlouvu s připojením až k datu posílení sítě a povinnost podílet se na nákladech. Jak je uvedeno také v technickém modelu v kapitole 4.2, výrobu a distribuci elektrické energie z fotovoltaické elektrárny ovlivňuje osvit, a tedy i počasí, roční období atd. Je tedy nutné počítat s tím, že se nejedná o stabilní zdroj a při plánovaném odstavení tepelných elektráren, které používají pro výrobu elektrické energie uhlí, bude muset zajistit jiný stabilní zdroj energie. Lze tak očekávat, že v následujících letech poroste poptávka po velkokapacitních úložištích, které

tak dostanou zcela jiný ekonomický rámec pro distribuci elektřiny s fotovoltaických systémů.

V České republice je současně uplatněn centralizovaný model regulovaného přístupu k sítím. Ve smyslu energetického zákona jsou povinni se zaregistrovat u operátora trhu všichni:

1. držitelé licence na obchod s elektřinou;
2. držitelé licence na distribuci elektřiny;
3. držitel licence na přenos elektřiny;
4. držitelé licence na výrobu elektřiny;
5. oprávnění zákazníci, kteří mění poprvé svého dodavatele elektřiny.

V případě technického modelu fotovoltaické elektrárny v diplomové práci je uvažován výkup přetoků elektrické energie přímo od distributora, jelikož je držitelem licence na obchod s elektřinou.

4.3.3 Cenový mix solární energie

V případě fotovoltaické elektrárny je cena určujícím faktorem pro rozšíření trhu. Cena fotovoltaické elektrárny se sestává s položek uvedené v tabulce 18.

Tabulka 18 Složení ceny fotovoltaické elektrárny

Položky pro rozpočet
moduly
střídače
úložiště (v diplomové práci je uvažována investice zcela záměrně bez akumulace energie)
projektová dokumentace
vyvedení výkonu a zemní práce
silnoproudé rozvody
nosná konstrukce a případné přetížení
montáž
zabezpečení, monitoring, komunikace
zařízení staveniště
project management
vedlejší rozpočtové náklady

Zdroj: Vlastní zpracování

Častým jevem a úskalím nabídek fotovoltaických elektráren je, že v nabízené ceně nejsou uvedeny všechny výše zmíněné položky, resp. zákazník neví, co vše tvoří cenu FVE, a co vyžadovat. Často ve snaze zaujmout nižší cenou tak firmy nabízejí cenu za 1 kWp elektrárny čistě panely a střídače a příp. konstrukci bez započtení dalších položek, jakým je například vyvedení výkonu.

Na každou z položek je samozřejmě příslušná marže, která je výsledně vykazována jako cena za 1 kWp elektrárny. Jak je v diplomové práci vyhodnoceno, rozvoj obnovitelných zdrojů energie a fotovoltaiky roste i padá s příslušnou dotací. V současné době se realizují stavby podpořené Národním plánem obnovy či Modernizačním fondem. Oba dotační stimuly podporují investici 35 % na fotovoltaiku bez uvažovaného úložiště. DPH na systém fotovoltaické elektrárny i s montáží je 15 %. Cena za dotační management obvykle zahrnuje následující činnosti:

1. podání kompletní žádosti,
2. komunikace se zřizovatelem dotace v době schvalování dotačního projektu,
3. postupy k získání rozhodnutí o přidělení dotace,
4. poradenství a koordinace projektu v době realizace,
5. vyhotovení žádosti o platbu,
6. zajištění potřebné komunikace se zřizovatelem dotace v monitorovacím období.

Pokud je projekt schválen, je bonus za získání dotace obvykle splatný až při schválení dotace řídicím orgánem v předem domluvené výši z částky přiznané dotace, resp. z investičních nákladů. Výsledná cena za fotovoltaickou elektrárnu tak obsahuje odečet této položky.

4.3.4 Propagační mix solární energie

Vedle rozhodnutí o ceně je marketing fotovoltaické elektrárny spojen také s povědomím o zelené energii a ochraně životního prostředí. Tento fakt je více rezonující v zemích západní Evropy a to např. v Německu, kde je dlouhodobě populární strana die Grünen spojující svůj volební program s obnovitelnými zdroji energie. Navzdory evropským makroekonomickým ukazatelům, kdy s investicemi do redukce CO₂ dochází k nárůstu HDP, chybí v České republice např. dopadová studie s vlivem Zelené dohody na české podniky.

V průmyslovém kontextu je tak vnímání kupujících vztaženo spíše na úspory na nákladech za energii, taxonomie či např. jako podmínka ecolabellingu. Proto i propagace v současné době směřuje na ekonomické výhody, na druhou stranu banky již nebudou financovat projekty/podniky, které nebudou dostatečně „ozeleněné“ a také přístup k dotacím bude ovlivněn potenciální „zelenou klasifikací“. Proto se naskýtá příležitost pro zelený marketing ve vztahu k ekologickému vnímání, z čehož pramení i defacto sociální výhody. V případě energetického mixu České republiky, je většina energie vyráběna z tepelných elektráren a výroba elektřiny z uhlí je dlouhodobě neudržitelné i s ohledem na zásoby uhlí i dekarbonizaci evropské ekonomiky. Navzdory plánované výstavbě 5. bloku jaderné elektrárny Dukovany nedojde k navýšení výkonu, jelikož současně stávajícím reaktorovým blokům končí životnost v letech 2035–2037.

Současně také v roce 2030 by měla v Evropské unii tvořit 35 % energie právě z obnovitelných zdrojů energie. S ohledem i na zeměpisnou polohu a přírodní podmínky České republiky se fotovoltaika stává „králem“ v obnovitelných zdrojích a její dobrovolné či vynucené rozšiřování bude podstatné pro naplnění energetických cílů v roce 2035. Z výše uvedeného tak vyplývá, že energie nebude dostatek, což se projeví nejen na ceně, ale především na dostupnosti. Propagace by tak měla dále cílit v případě průmyslového sektoru i na princip v duchu „šťěstí přeje připraveným“.

Marketing fotovoltaiky v České republice je závislý nejen na to tom, jak a kdy se daná investice vyplatí, ale je vhodné zaměřit se i na změnu myšlení a postojů zákazníka k zelené energii, s čímž ostatně souvisí i řada dalších socioekonomických determinantů.

5 Výsledky a diskuse

Hlavní podmínkou realizace fotovoltaické elektrárny v průmyslovém sektoru je připojení do sítě. Současně musí v případě střešního umístění objekt splňovat statiku na základě statického posudku a podmínky požárně bezpečnostního řešení. Každá fotovoltaika je závislá na ploše umístění, což jednoznačně limituje její výkon stejně jako orientace či případně sklon střech. V rámci technického řešení si dnes může investor vybrat, zda chce pouze pokrýt spotřebu např. průmyslového areálu, nebo plánuje prodej přetoků do sítě, či zda chce investici využít přímo pro prodej energie do sítě zcela. Na základě dispozic objektu byla navržena fotovoltaická elektrárna o velikosti 460,82 kWp pro pokrytí vlastní spotřeby areálu i prodej energie do sítě.

Z níže uvedeného odhadu výkonu FVE na m² lze současně odhadnout možnost pokrytí střech v zemědělském sektoru.

1. Na instalovaný výkon 1 kWp odpovídá cca 8 m² (10 m² rezerva).
2. Pro instalovaný výkon 1 kWp platí produkce cca 0,8–1 MWh/rok.
3. Odhad spotřeby zemědělského sektoru v České republice je cca 950 000 MWh/rok, což odpovídá požadavku přibližně 9,5 mil m² plochy střechy.
4. Zemědělské objekty v České republice dle základní báze geografických dat disponují přibližně 48 mil m² střech. Redukovaná plocha střech s ohledem na využitelnost a statiku střech je cca 14,5 mil m².
5. Odhadem tedy 0,95 mil. MWh odpovídá 9,5 mil m² střech. Redukovaná plocha 14,5 mil m² tedy odpovídá až 2 mil MWh.

Faktory určující rozvoj fotovoltaické energetiky je jednoznačně cena a přítomnost dotačních stimulů. V poslední dekádě bylo možné zaznamenat výrazný pokles ceny fotovoltaických technologií díky pokroku a úspor z rozsahu a efektivity křemíkové vrstvy v materiálu modulu vytvořit dostatečné množství energie i s menším množstvím materiálu než dříve. Nabízí se však i nové alternativní technologie solárních panelů zvyšující

účinnost.⁸¹ ⁸²Nicméně vlivem současné bezpečnostní situace tak postupně během roku 2022 vzrostla cena technologií téměř o třetinu. V současné době je také možné zaznamenat po masivním nárůstu cen energie v polovině roku 2022 opět strmý pokles. To je v kombinaci s vyššími cenami FVE diskutabilní, zda se fotovoltaika v roce 2023 a dále vlastně ještě vyplatí.

Cenu elektrické energie stanovují v České republice i ve střední Evropě především uhelné a plynové elektrárny. Cena energií tak silně reaguje na cenu uhlí a plynu a emisních povolenek. Systém emisních povolenek a emisního obchodování pokrývá přibližně polovinu evropských skleníkových plynů a představuje mocný nástroj pro snižování emisí skleníkových plynů za každou 1 tunu CO₂.⁸³ V daném čase určují cenu elektřiny provozní náklady poslední elektrárny nutné pro zajištění potřebného množství energie zákazníkům.

V práci tak byla hodnocena návratnost investice do FVE bez dotace i s přidělenou dotací s uvažovaným prodejem přetoků do sítě.

Do nákladové křivky je však nutné započítat i energetické zdroje sousedních zemí až do výše přeshraniční přenosové kapacity. Nárůst obnovitelných zdrojů energie tak sebou přináší u vyšší cenovou volatilitu.⁸⁴

Trh s elektřinou v České republice je integrován do širšího evropského trhu a jak bylo za poslední rok hojně diskutováno, je cena české elektřiny výrazně korelována s cenou německou. Pro příklad roční spotřeba elektřiny v SRN činí přibližně 528 TWh, Česká republika vykazuje roční spotřebu energie na úrovni cca 66 TWh.

Právě mezi Českou republikou a Německem je silný přeshraniční propojení a ceny proto konvergují. S ohledem na masivní nárůst podílu obnovitelné energie v SRN

⁸¹ PEACOCK, J., HUANG, G., SONG, J. and MARKIDES, CH.N. Techno-economic assessment of integrated spectral-beam-splitting photovoltaic-thermal (PV-T) and organic Rankine Cycle (ORC) systems. *Energy Conversion and Management*. 2022. Vol. 269, p. 116071. DOI 10.1016/j.enconman.2022.116071.

⁸² KHATIB, T. and ELMENREICH, W., 2016. *Modeling of Photovoltaic Systems using MATLAB: Simplified Green Codes*. 1st ed. Somerset: John Wiley & Sons, Incorporated, Jul 12 Ebook Central. ISBN 9781119118138

⁸³ BRINK, Corjan; VOLLEBERGH, Herman RJ; VAN DER WERF, Edwin. Carbon pricing in the EU: Evaluation of different EU ETS reform options. *Energy Policy*, 2016, 97: 603-617. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.07.023>

⁸⁴ OVAERE, M. and PROOST, S. Cost-effective reduction of fossil energy use in the European transport sector: An assessment of the Fit for 55 Package. *Energy Policy*, 2022, 168: 113085. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113085>

v posledních letech, je tak průměrná velkoobchodní cena nižší než v ČR. Přeshraniční kapacita je však omezená a v České republice tak neklesne jako v Německu.

Problematické je z hlediska energetického mixu České republiky pokrytí poloviny své spotřeby v roce 2040, jelikož výroba energie z uhlí je neudržitelná a v současné době pokrývá přibližně 40 % energie. Je tedy nutné určit, k jakému energetickému mixu v dlouhodobém časovém horizontu směřovat i v nové Státní energetické koncepci. Příspěvek České republiky k přechodu na obnovitelné zdroje energie je v současné době nejnižší mezi státy V4.

Technický potenciál solární energetiky je mezi OZE v České republice nejvyšší. Odhadem by bylo možné v roce 2040 dosáhnout výroby až 18,8 TWh na základě dispozic střech či brownfieldů v ČR.

Z diplomové práce dále vyplývá, že ekonomika FVE záleží na

1. investičních nákladech, kterou představuje cena technologií fotovoltaické elektrárny;
2. výkonu elektrárny;
3. době trvání slunečního svitu definované hodinami v rámci roku;
4. intenzitě slunečního záření s ohledem na roční období;
5. nasměrování panelů a sklon pro maximalizaci účinnosti plochy;
6. nákupní ceně spotřebované energie Kč/MWh;
7. ročním snížení výkonnosti panelů, jejichž maximální snížení účinnosti je již definované výrobcem;
8. výkupní ceně energie Kč/MWh v případě prodeje přetoků nespotřebované elektřiny do distribuční soustavy;
9. ostatních nákladech, jakými jsou např. údržba a provoz, které jsou však v celkové investici relativně malou položkou.

Koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře se blíží úrovni přibližně 420 ppm, což je přibližně 50% nárůst oproti předindustriálnímu období. Na konci 18. století byla tato hodnota přibližně 278 ppm, přičemž každoroční nárůst je přibližně 2,5 ppm. Je to celosvětový výsledek lidské činnosti. Klimatologické modely ukazují, že čím více CO₂ bude v atmosféře, tím více zesiluje záchytný efekt na infračervené záření s růstu teploty. Koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře se tak přibližuje hodnotě 450 ppm, při které lze

udržet nárůst globální teploty do 2 °C. Z tohoto faktu vyplývá, že po překonání této hodnoty může být nárůst strmější.^{85 86}

Dosáhnout dlouhodobé efektivity firem je možné jen ve shodě s dlouhodobou evropskou strategií obsahující závazné cíle. Zda i investice přispívá k dosažení minimálně jednoho z cílů, jakým je zmírnění klimatické změny, udržitelné využití a ochrana vod, adaptace na klimatické změny, ochrana biodiverzity a ekosystémů či prevence znečištění a přechod na cirkulární model ekonomiky. Pramení z toho také závazek povinnost reportovat udržitelnost aktivit u podniků nad 500 zaměstnanců a jako motivační nástroj budou uplatňována pravidla pro centrální banky a pravidel kapitálové přiměřenosti. Příkladem je neakceptace dluhopisů, které nejsou udržitelné, či nový „ozeleněný“ systém půjček. Projekty, které jsou na neudržitelné investice, technologie či zdroje, budou vyžadovat vyšší kapitálovou přiměřenost a prodraží úvěr.^{87 88}

Obnovitelné zdroje je možné kategorizovat jako říditelné a kolísavé. Jak ostatně vychází i z technického modelu práce, produkce elektrické energie z navrhované fotovoltaické elektrárny závisí na osvětlení, délce osvětlení v roce, střídání a délce dne a noci, změně ročních období, ale kolísavý výkon je i při zhoršeném počasí při použití technologie monokrystalických panelů, které mají nižší účinnost při průchodu difúzního světla. Kolísavé zdroje mohou společnosti zajistit výraznou část energetických potřeb, ale pro jejich využívání se nabízí filozofická otázka, zda je možné přizpůsobit svůj životní styl stejně jako tomu bylo vždy v lidské historii ročnímu období a délce dne.

Obnovitelné zdroje energie jsou často označovány jako domácí zdroje z hlediska provozu, nicméně na výrobu např. fotovoltaických panelů je nutné vytěžit a zpracovat řadu kovů včetně kovů vzácných zemin. Většina těchto prvků se těží v Číně či v Africe

⁸⁵ NOBEL, A., LIZIN, S., BROUWER, R., BRUNS, S.B, STERN, D.I and MALINA, R. Are biodiversity losses valued differently when they are caused by human activities? A meta-analysis of the non-use valuation literature. *Environmental Research Letters*. 2020. Vol. 15, no. 7p. 073003. DOI 10.1088/1748-9326/ab8ec2.

⁸⁶ TROUT, K., MUTTIT, G., LAFLEUR, D., THIJS VAN, D.G., MENDELEVITCH, R. MEI and L. MEINSHAUSEN, M. 2022. Existing Fossil Fuel Extraction would Warm the World Beyond 1.5 °C. *Environmental Research Letters*, 06, vol. 17, no. 6, pp. 064010. DOI <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac6228>

⁸⁷ CUCCHIELLA, F., D'ADAMO, I. and GASTALDI, M.. Economic Analysis of a photovoltaic system: A resource for residential households. *Energies*. 2017. Vol. 10, no. 6p. 814. DOI 10.3390/en10060814.

⁸⁸ SPERTINO, F., DI LEO, P, and COCINA, V. Economic Analysis of investment in the rooftop photovoltaic systems: A long-term research in the two main markets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2013. Vol. 28, p. 531–540. DOI 10.1016/j.rser.2013.08.024.

a obnovitelné zdroje mají také nízkou výkonovou hustotu, což znamená v případě fotovoltaiky i potřebu velké plochy pro výrobu jednotek energie. Z toho vyplývá, že ani obnovitelné zdroje nejsou samospasitelné a je třeba uvědomovat si také negativní stránku jejich využívání, aby byl možný technologický posun. To ostatně souvisí i obráceně s kritickým hodnocením uhelné energie, která však v České republice přináší stabilní zdroj energie a nekritická očekávání dekarbonizace pomocí OZE může způsobovat nemalé problémy v dodávkách energie do sítě, ale i přístupu k energiím.

V případě zeleného marketingu pro podporu rozvoje fotovoltaiky existuje řada souvislostí a z toho pramení i široká diverzifikace marketingové strategie. Je nutné zvážit očekávání zákazníků a podle toho určit nástroje komunikace, jelikož existuje rozdílná motivace zákazníků. Na jedné straně by lidé měli vnímat výhody obnovitelné energie i mimo ekonomické motivace, avšak i při současném aktuálním poklesu cen energie je fotovoltaická technologie nákladově efektivní nástroj vhodný pro jakoukoli střešní plochu, která je koncipovaná na zatížení.

Odpovědi na hypotézy:

1. Návratnost investice v daných podmínkách s dotací je menší než 5 let
Na základě vyhodnocení ekonomického modelu je doba návratnosti investice po započtení dotace 6 let a IRR 21,44 % - **hypotéza vyvrácena**
2. Návratnost investice v daných podmínkách bez dotace je menší 10 let
Na základě vyhodnocení ekonomického modelu je doba návratnosti investice bez dotace 16 let a IRR 11,25 % - **hypotéza vyvrácena**

6 Závěr

Zelená dohoda pro Evropu je programem, který obsahuje harmonogram a záměr eliminovat emise z energetiky, průmyslu, dopravu, zemědělství, stavebnictví atd. V roce 2023 se očekává aktualizace klimatických cílů.

V následujících letech budou více vyvíjeny ambice na dekarbonizaci energetiky, na reformu dopravy založenou na udržitelné a inteligentní mobilitě, na zpřísňování emisních norem, ale samozřejmě i na průmysl zahrnující nulové znečištění ovzduší, vody i půd. V rámci zemědělského sektoru bude vyvíjen tlak na ekologizaci společné zemědělské politiky při zachování biologické rozmanitosti. Veškerá politika Evropské unie bude podřízena ochraně životního prostředí.

Hlavními trendy v energetice vedle obnovitelných zdrojů energie budou také ukládání energie, čistá mobilita, malé modulární reaktory, chytré sítě a rozvoj energetických služeb. K dosažení výše zmíněných cílů bude zapotřebí rozvoje kompetencí a vysokou produktivitu v hodnotovém řetězci, rozvoj infrastruktury i pobídky pro investory do oblastí, kde je vysoká přidaná hodnota. Finančním trhem tak budou preferovány zelené investice a budou tak podporovány udržitelné projekty navzdory neudržitelným.

Evropská ekonomika postupně stále více směřuje také k digitalizaci, což je v energetickém sektoru již stávající trend a týká se všech sektorů ekonomiky nezávisle na tom, zda jsou staré, nebo nové. Digitalizace však přináší řešení pro variabilní obnovitelné zdroje a podporuje nové tržní mechanismy v rámci decentralizace výroby energie. Digitalizace tak významně přispěje nejen pro podporu infrastruktury, a tedy fyzické sítě, ale současně umožní její řízení, nabídne různé podpůrné služby, monitoring a vyhodnocení dat či přeshraniční spolupráci a propojování jednotlivých sektorů. Tyto trendy mají dopad na energetiku již dnes. V současné době již probíhá výměna technologií také v centralizovaných energetických systémech.

Je však nutné si uvědomit určitou míru rizika v energetické, jelikož jsou na ní značně závislé také ostatní sektory. Problém u elektřiny je, že musí být neustále dodávána a pokud dojde k nějakému bezpečnostnímu riziku či dokonce incidentu, může to mít dopad na energetiku na celém světě. Internet, a i energetika mají již globální charakter a útok se tak může rozšířit i do dalších zemí. Technická zařízení a řídicí systémy v energetice se tak mohou stát terčem např. cílem kybernetického útoku a je zapotřebí brát na zřetel i tuto míru

rizika digitalizace. Je třeba dále zvažovat různé krizové scénáře, pokud energetická soustava bude již nějakým způsobem ohrožena.

Energetika je závislá na legislativních opatřeních a na dostupných technologiích. Většina evropských voličů vnímá globální oteplování jako problém a z toho pramení i směřování strategií. Evropská unie si stanovila závazek v roce 2050 dosáhnout uhlíkové neutrality. Tento závazek schválily všechny odpovídající orgány Evropské unie, jakými jsou Evropská komise, Evropský parlament i Summit EU a schválila jej také Česká republika. Tento závazek je hlavním nástrojem Evropské komise pro prosazování dílčích legislativních kroků, ale současně diskuse již není o tom, jestli energetiku dekarbonizovat, ale jakým způsobem.

7 Seznam použitých zdrojů

- ANDRONICEANU, A. and SABIE, O.M.. Overview of green energy as a real strategic option for Sustainable Development. *Energies*. 2022. Vol. 15, no. 22p. 8573. <https://doi.org/10.3390/en15228573>.
- BELMILI, H., HADDADI, M., BACHA, S., ALMI, M.F. and BENDIB, B.. Sizing stand-alone photovoltaic–wind hybrid system: Techno-Economic Analysis and Optimization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014. Vol. 30, p. 821–832. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.011>.
- BRINK, Corjan; VOLLEBERGH, Herman RJ; VAN DER WERF, Edwin. Carbon pricing in the EU: Evaluation of different EU ETS reform options. *Energy Policy*, 2016, 97: 603-617. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.07.023>
- BRŠÁJ, J., SEKERKA, B., SEVEROVÁ, L. and SVOBODA, R.. 2020. *Mikroekonomie: teorie a aplikace*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-818-1.
- CUCCHIELLA, F., D'ADAMO, I. and GASTALDI, M.. Economic Analysis of a photovoltaic system: A resource for residential households. *Energies*. 2017. Vol. 10, no. 6p. 814. <https://doi.org/10.3390/en10060814>.
- DE LA PORTE, Caroline; JENSEN, Mads Dagnis. The next generation EU: An analysis of the dimensions of conflict behind the deal. *Social Policy & Administration*, 2021, 55.2: 388-402. <https://doi.org/10.1111/spol.12709>
- DENG, M., WAGNER, A.F. and WANG, Q.. The Net-Zero Transition and Firm Value: Insights from the Russia-Ukraine War, REPowerEU, and the US Inflation Reduction Act. *Swiss Finance Institute Research Paper*, 2022, 22-29.
- GALINDO-MARTÍN, M.Á., CASTAÑO-MARTÍNEZ, M.S. and MÉNDEZ-PICAZO, M.T.. Effects of the pandemic crisis on entrepreneurship and sustainable development. *Journal of Business Research*, 2021, 137: 345-353. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.08.053>
- HE, Y. and ZHANG, Z., 2022. Non-Renewable and Renewable Energies, and COVID-19 Pandemic: Do they Matter for China's Environmental Sustainability?. *Energies*, vol. 15, no. 19, pp. 7143. <https://doi.org/10.3390/en15197143>
- CHAPUNGU, L., NHAMO, G., CHIKODZI, D. and MAOELA, M.A., 2022. BRICS and the Race to Net-Zero Emissions by 2050: Is COVID-19 a Barrier Or an Opportunity?. *Journal of Open Innovation : Technology, Market, and Complexity*, vol. 8, no. 4, pp. 172. <https://doi.org/10.3390/joitmc8040172>
- JELLEY, N., 2021. Renewable Energy: A very Short Introduction. *TIDEE : TERI Information Digest on Energy and Environment*, 06, vol. 20, no. 2, pp. 277. ISSN 09726721.

KHATIB, T. and ELMENREICH, W., 2016. *Modeling of Photovoltaic Systems using MATLAB: Simplified Green Codes*. 1st ed. Somerset: John Wiley & Sons, Incorporated, Jul 12 Ebook Central. ISBN 9781119118138

KOTLER, P and ARMSTRONG, G. *Marketing*. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0513-3.

KOTLER, P. and TRÍAS DE BES MINGOT, F. *Inovativní marketing : jak kreativním myšlením vítězit u zákazníků*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0921-.

NOBEL, A., LIZIN, S., BROUWER, R., BRUNS, S.B, STERN, D.I and MALINA, R. Are biodiversity losses valued differently when they are caused by human activities? A meta-analysis of the non-use valuation literature. *Environmental Research Letters*. 2020. Vol. 15, no. 7p. 073003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab8ec2>.

NOVAES PIRES LEITE, G., WESCHENFELDER, F., ARAÚJO, A.M., VILLA OCHOA, Á. A., FRANCA PRESTRELO NETO, N. and KRAJ, A. An economic analysis of the integration between air-conditioning and solar photovoltaic systems. *Energy Conversion and Management*. 2019. Vol. 185, p. 836–849. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.02.037>

OVAERE, M. and PROOST, S. Cost-effective reduction of fossil energy use in the European transport sector: An assessment of the Fit for 55 Package. *Energy Policy*, 2022, 168: 113085. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113085>

PEACOCK, J., HUANG, G., SONG, J. and MARKIDES, CH.N. Techno-economic assessment of integrated spectral-beam-splitting photovoltaic-thermal (PV-T) and organic Rankine Cycle (ORC) systems. *Energy Conversion and Management*. 2022. Vol. 269, p. 116071. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.116071>.

PEACOCK, J., HUANG, G., SONG, J. and MARKIDES, CH.N. Techno-economic assessment of integrated spectral-beam-splitting photovoltaic-thermal (PV-T) and organic Rankine Cycle (ORC) systems. *Energy Conversion and Management*. 2022. Vol. 269, p. 116071. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.116071>.

PUTRI NOR LIYANA, M.R., AKHTER, M.N., MEKHILEF, S. and NORAI SYAH, M.S., 2023. Review on the Application of Photovoltaic Forecasting using Machine Learning for very Short- to Long-Term Forecasting. *Sustainability*, vol. 15, no. 4, pp. 2942 Coronavirus Research Database. <https://doi.org/10.3390/su15042942>

RINGEL, M. and KNOTT, M. The governance of the European Energy Union: Efficiency, effectiveness and acceptance of the Winter Package 2016. *Energy Policy*, 2018, 112: 209-220. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.09.047>

SHEZAN, S.A., KAMWA, I., ISHRAQUE, M.F., MUYEEN, S.M., HASAN, K.N., SAIDUR, R., RIZVI, S.M., SHAFIULLAH, M and AL-SULAIMAN, F. A. Evaluation of

different optimization techniques and control strategies of Hybrid Microgrid: A Review. *Energies*. 2023. Vol. 16, no. 4p. 1792. <https://doi.org/10.3390/en16041792>

SPERTINO, F., DI LEO, P, and COCINA, V. Economic Analysis of investment in the rooftop photovoltaic systems: A long-term research in the two main markets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2013. Vol. 28, p. 531–540. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.024>.

TROUT, K., MUTTIT, G., LAFLEUR, D., THUIS VAN, D.G., MENDELEVITCH, R. MEI and L MEINSHAUSEN, M. 2022. Existing Fossil Fuel Extraction would Warm the World Beyond 1.5 °C. *Environmental Research Letters*, 06, vol. 17, no. 6, pp. 064010. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac6228>

Internetové zdroje:

Zelená Dohoda Pro Evropu. *Evropská komise* [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_cs

Antoina Energy and Climate Plans (NECPs). Energy [online]. [cit. 2023-1-22] Dostupné z: https://energy.ec.europa.eu/..._en

Documents and publications - consilium - europa (no date). Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/...ns/> [cit. 2023-1-22]. Energetická Politika: Obecné Zásady: Fakta a čísla O evropské unii: Evropský parlament (no date)

Fakta a čísla o Evropské unii | Evropský parlament. [cit. 2023-1-22] Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/...ady>.

FG FORREST, a.s. Detailní pohled Na Fotovoltaické články a panely. Víte, Co Máte na střeše?: Skupina čez. *Skupina ČEZ - Produktová sekce* [online]. [cit. 2022-12-2022]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/technologie/moje-technologie/tipy-a-triky/detailni-pohled-na-fotovoltaicke-clanky-a-panely.-vite-co-mate-na-strese-163674>

Energetika a zelená dohoda (no date) [cit. 2023-1-22] Evropská komise. Dostupné z: https://ec.europa.eu/..._cs.

Energy Union. Energy [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://energy.ec.europa.eu/..._en

EU taxonomy for Sustainable Activities. Finance [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://finance.ec.europa.eu/...hat>

HARTMAN, O. Zelená Dohoda: Příslib Ekonomického růstu I Vyšší Konkurenceschopnosti. *EY Česká republika* [online]. 10 February 2021. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://www.ey.com/cs_cz/sustainability/zelená-dohoda-prislib-ekonomického-rustu-i-vyssi-konkurenceschopnosti

Khan, I. et al. (2022) “World Energy Trilemma and transformative energy developments as determinants of economic growth amid environmental sustainability,” *Energy Economics*, 108, p. 105884. Dostupné z: <https://doi.org/...884>.

Lex - 52021DC0550 - en - EUR-Lex. EUR [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/...550> 9.

WWW.MLEJNEK.EU, JML... *Energie ze Slunce, ANEB jak S fotovoltaihou UŠETRÍT* [online]. [cit. 2023-05-1]. Dostupné z: <http://mojeelektrarna.cz/energie-ze-slunce.html>

MPO [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/...20/>

Národní Energetický mix. OTE, a.s. [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.sand.ote-cr.cz/...mix>

NECP: Scénář transformace Elektroenergetiky ČR.. Fakta o klimatu [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/...ecp>

Oficiální stránky českého statistického úřadu Krajská Správa ČSÚ v Brně. Výroba a spotřeba elektrické energie v roce 2020 | ČSÚ v Brně [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/...020>

Paris Agreement COP24 update: Everything you need to know, PRI. Dostupné z: <https://www.unpri.org/...cle> [cit. 2023-1-22]

Pařížská Dohoda (2016) [cit. 2023-1-22] Dostupné z: <https://www.mzp.cz>.

SAMPAIO, P.G.V. and GONZÁLEZ, M. [PDF] Photovoltaic Solar Energy: Conceptual Framework: Semantic scholar. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* [online]. 1 January 1970. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/...791>

Solar Resource Maps of Middle East (no date) Solargis. [cit. 2023-1-22] Dostupné z: <https://solargis.com/...ast>.

Strategy for an EU External Energy Engagement (no date) Energy. Dostupné z: https://energy.ec.europa.eu/..._en [cit. 2023-1-22].

Trends in PV applications 2022 - IEA-PVPS (2023) IEA. [cit. 2023-1-22] Dostupné z: <https://iea-pvps.org/...22/>.

Unite Nation Climate Change. <https://unfccc.int/...ent> (no date) Unfccc.int. Dostupné z: <https://unfccc.int/...ent> [cit. 2023-1-22].

World energy trilemma index (no date) World Energy Council. [cit. 2023-1-22] Dostupné z: <https://www.worldenergy.org/...dex>.

Zelená Dohoda & Energetika (no date) Photo of Úřad pro publikace Evropské unie. [cit. 2023-1-22] Dostupné z: <https://op.europa.eu/...eal>.

Ostatní zdroje:

Ministerstvo zemědělství, interní materiály, nedatováno

8 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk

Seznam obrázků

Obrázek 1 Trilemna Index	20
Obrázek 2 Ambice Pařížské dohody	22
Obrázek 3 Zelená dohoda pro Evropu	26
Obrázek 4 Návrh Fit for 55	28
Obrázek 5 Mezinárodní podíl obnovitelných zdrojů energie	38
Obrázek 6 Meziroční podíl jaderné energie	39
Obrázek 7 Scénář transformace elektroenergetiky v ČR	39
Obrázek 8 Porovnání instalovaného výkonu	40
Obrázek 9 Princip práce fotovoltaického článku generujícího stejnosměrný proud	44
Obrázek 10 Princip fotovoltaické elektrárny	46
Obrázek 11 Mapa slunečního svitu v České republice	47
Obrázek 12 Průměrná spotřeba nakoupené elektrické energie v MWh dle podniků	47
Obrázek 13 Stávající spotřeba areálu v jednotlivých měsících	48
Obrázek 14 Design na základě kapacity a orientace střech	49
Obrázek 15 Průměrný sluneční osvit kWh.m ⁻²	50
Obrázek 16 Uvažovaná roční produkce elektrické energie navrženého modelu elektrárny v kWh	52
Obrázek 17 Vývoj cen elektřiny v ekonomickém modelu	53
Obrázek 18 Ekonomická bilance výroby elektřiny pro pokrytí spotřeby a prodej přetoků do sítě	54
Obrázek 19 Provozní náklady v čase	55
Obrázek 20 Kumulativní čisté náklady bez FVE a s FVE bez započtení dotace	55
Obrázek 21 Kumulativní čisté náklady bez FVE a s FVE se započtenou dotací	56
Obrázek 22 Doba návratnosti investice na základě kumulovaného diskontovaného Cash-Flow	56

Seznam tabulek

Tabulka 1 Základní strategické dokumenty v oblasti energetiky	36
Tabulka 2 Meziroční srovnání podílů OZE	38
Tabulka 3 Meziroční srovnání podílů fosilních zdrojů energie	38
Tabulka 4 Vývoj podílů obnovitelné energie v České republice	43
Tabulka 5 Metriky teploty	50
Tabulka 6 Metriky simulace	50
Tabulka 7 Uvažované ztráty systému	51
Tabulka 8 Roční produkce elektrické energie dle optimálních dispozic objektu	51
Tabulka 9 Makroekonomické ukazatele	52
Tabulka 10 Investiční náklady	53
Tabulka 11 Celkové výnosy z FVE	57
Tabulka 12 Výnosy z investice do FVE	57
Tabulka 13 Výnosy a zhodnocení investičních nákladů	58

Tabulka 14 Čistá současná hodnota investice a IRR	58
Tabulka 15 Vyrovnané náklady na výrobu elektřiny.....	59
Tabulka 16 Komponenty fotovoltaické elektrárny	60
Tabulka 17 Záruky na fotovoltaický systém.....	61
Tabulka 18 Složení ceny fotovoltaické elektrárny.....	62

Seznam použitých zkratk

AC	střídavý proud
CF	Cash Flow
CO ₂	oxid uhličitý
ČR	Česká republika
DC	stejnoseměrný proud
EU	European Union
FVE	fotovoltaická elektrárna
GHG	Greenhouse Gases
IRR	Internal Rate of Return
LT-LEDS	Long-term Low Emissions and Development Strategies
NAP CM	Národní akční plán čisté mobility
NAP EE	Národní akční plán energetické účinnosti ČR
NAP JE	Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky v ČR
NAP OZE	Národní akční plán ČR pro energii z obnovitelných zdrojů
NAP SG	Národní akční plán pro chytré sítě
NECP	Národní energetické a klimatické plány
NPV	Net Present Value
OZE	obnovitelné zdroje energie
SEK	Státní energetická koncepce ČR
VPEK	Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu