Masarykova univerzita
Ekonomicko-správní fakulta

Studijní obor: Finance

INVESTOVÁNÍ DOMÁCNOSTÍ DO MIKROZDROJŮ OBNOVITELNÉ ENERGIE

Investing of households to renewable electric energy sources

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Ing. Pavel SEDLÁČEK

Autor: Juraj FRANKO

- Brno, 2019

Jméno a příjmení autora: Juraj Franko

Název diplomové práce:	Investování domácností do mikrozdrojů obnovitelné elektrické energie
Název práce v angličtině:	Investing of households to renewable electric energy sources
Katedra:	Finance
Vedoucí diplomové práce:	Mgr. Ing. Pavel Sedláček
Rok obhajoby:	2020

Anotace

Predmetom bakalárskej práce „Investování domácností do mikrozdrojů obnovitelné elektrické energie“ je v prvej časti prezentácia palety možností, ktoré má bežná česká domácnosť k dispozícii, ak sa rozhodne využiť obnoviteľné zdroje elektrickej energie. Hlavná pozornosť je venovaná solarnym panelom, veterným turbínam a malým vodným elektrárňam. Následne je vybraná všeobecne najreálnejšia možnosť v lokálnych podmienkach a analyzovaná rentabilita tejto prípadnej investície.

Annotation

The goal of the bachelor thesis *“Investing of households to renewable electric energy sources”* is firstly a presentation of possibilities which are available when considering a renewable electric energy source for a Czech household. The main focus is turned on solar panels, wind turbines and small water turbines. Then the most realistic option in the local environment is chosen and a rentability analysis of this investment is made.

Klíčová slova

obnoviteľné zdroje, solárne panely, fotovoltaika, rentabilita, elektrina

Keywords

renewable sources, solar panels, photovoltaics, rentability, electricity

Prehlásenie

Prehlasujem, že som bakalársku prácu *Investování domácností do mikrozdrojů obnovitelné elektrické energie* vypracoval samostatne pod vedením Mgr. Ing. Pavla Sedláčka, a uviedol v nej všetky použité literárne a iné odborné zdroje v súlade s právnymi predpismi, vnútornými predpismi Masarykovej univerzity a vnútornými aktami riadenia Masarykovej univerzity a Ekonomicko-správnej fakulty MU.

V _____ dňa _____ Vlastnoručný podpis autora _____

Poďakovanie

Ďakujem Mgr. Ing. Pavlovi Sedláčkovi za jeho odborné vedenie, prínosné komentáre, pripomienky k práci a trpezlivosť pri našej komunikácii.

Obsah

1.1. Vymedzenie pojmov 7

1.2 Historický vývoj 7

1.3. Súčasný stav, trendy a výhľad 9

1.3.1 Smart grid 12

1.3.1.1 Výhody a nevýhody smart grids 13

1.3.1.2 Smart grid v ČR 14

2.1 Solárne panely 16

2.1.1 Životnosť a likvidácia 18

2.1.2 Legislatíva 19

2.2 Veterné elektrárne 20

2.2.1 Legislatíva 22

2.2.2 Riešenie domácej VTE 23

2.3 Vodné elektrárne 24

V praxi sa začína štúdiom riečky alebo potoka, presnejšie celoročného spádu a prietoku. Pre predstavu: Napríklad riečka klesajúci o 3 ‰ (3 metre výšky na 1 kilometer dĺžky), ktorou preteká jeden kubík vody za sekundu, poskytuje energiu približne na výkon 25 kW. [12]

2.3.1 Legislatíva 25

3.1 Podporované typy solárnych systémov 26

3.2 Podmienky pre získanie dotácie 27

3.3 Dotačný bonus 27

4.1 Parametre a vstupné dáta 29

4.2 Finančné ukazatele 32

4.3 Výstup 33

Tab. 7: Prehľad výsledkov. Vlastné spracovanie. 34

Bibliografické 37

Právne predpisy 37

Internetové 37

Štúdie 39

Zoznam tabuliek 40

Zoznam grafov 40

Zoznam obrázkov 40

Zoznam príloh 41

1. Úvod

1.1. Vymedzenie pojmov

Zákon 165/2012 sb. o podporovaných zdrojoch energie definuje tieto zdroje ako „obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu.“ [12]

Ďalej sa budeme stretávať s pojmom *mikrozdroj*. Od 1.1.2016 platí vyhláška Energetického regulačného úradu (ERÚ) 16/2016 Sb. o podmienkach pripojenia k elektrizačnej sústave. Podľa nej si domácnosti môžu bez nutnosti vybavenia licencie nainštalovať zdroj s výkonom do 10KW - mikrozdroj. [10]

Niektoré zdroje hovoria o podiele obnoviteľných zdrojov na spotrebe *elektriny*, niektoré o podiele na spotrebe *energie*. Pojem *energie* je všeobecnejší, keďže okrem *elektriny* do nej spadá tiež doprava alebo teplárenstvo a chladenie.

Považujem tiež za potrebné predstaviť základné jednotky, s ktorými pracujú zdroje v oblasti energetiky a teda sa tiež objavujú v dátach v tejto práci. Ide najma o:

- Watt (W) - základná jednotka výkonu
- Watthodina (Wh) - je elektrina, ktorú vyrobí alebo spotrebuje 1W stroj za 1 hodinu
- Wattpeak (Wp) - jednotka maximálneho výkonu solárnych panelov

Z vyššie uvedených sa ďalej odvodzujú bežnými predponami ich násobky, teda 1 kWh = 1000 Wh, 1 MWh = 1000 kWh, 1 GWh = 1000 MWh a 1 TWh = 1000 MWh.

1.2 Historický vývoj

Aj keď sa na prvý pohľad môže zdať, že používanie obnoviteľných zdrojov energie je novinkou posledných desaťročí, opak je pravdou. Ľudstvo sa v podstate vracia k týmto zdrojom, ktoré vo veľkom boli vytlačované s príchodom uhoľného paliva počas priemyselnej revolúcie v deväťnástom storočí. Najstarším reálne využívaným obnoviteľným zdrojom energie je biomasa,

pochopiteľne ale v primitívnej forme, keďže jej používanie sa datuje približne 790 tisíc rokov späť (Quashing, s. 231).

Každopádne, už počas priemyselnej revolúcie sa objavovali hlasy uvedomujúc si, že uhlie nie je nevyčerpateľným zdrojom, a ľudstvo by tak malo hľadať vhodnejšie primárne zdroje energie. Augustin Mouchot, vynálezca prvého solárne poháňaného motoru, v roku 1873 napísal:

"Príde čas, keď európsky priemysel bude mať problém s nachádzaním nálezísk súčasných zdrojov. Ropné pramene a uhoľné bane nie sú nevyčerpateľné, ba naopak, na mnohých miestach miznú. Vráti sa potom ľudstvo k sile vetra a vody? Alebo sa presunie tam, kde najsilnejší zdroj tepla vysiela svoje lúče pre všetkých? Čas ukáže." (Ploutz, s. 85)

Význam solárnej energie vyzdvihol aj Werner von Siemens, nemecký vynálezca a zakladateľ telekomunikačnej spoločnosti Siemens, o dvanásť rokov neskôr:

"Podľa mňa, hociako významný je tento objav (fotovoltaický jav) z vedeckého hľadiska, jeho praktická hodnota bude prinajmenšom rovnako významná ak si uvedomíme, že prísun slnečnej energie je neobmedzený a zdarma, a takisto, že jej prísun bude pokračovať nespočetné roky po tom, čo budú náleziská uhlia vyčerpané a zabudnuté."

Pochopiteľne, úvahy z tejto doby sa vzťahujú výlučne na využiteľnosť pre priemysel a technologický pokrok, a neberú ohľad na environmentálne hľadisko, ktoré je naopak významným v súčasnej dobe. Takisto, všeobecne dostupná elektrina bola v tomto období len v plienkach, takže sa zatiaľ nedá hovoriť o domácnostiach využívajúcich tento typ technológií.

Prvé skutočné fotovoltaické solárne články boli pripravené z monokryštálov kremíka v Bellových laboratóriách v USA v roku 1954. Tie už mali účinnosť 6%, viac ako desať násobnú v porovnaní so selénovými článkami. Boli logickým vyústením výskumu polovodičov, teoreticky založené na výsledkoch kvantovej mechaniky a technologicky na zvládnutie prípravy veľmi čistého kremíka a jeho dopovanie.[1]

[1] APS Physics: Bell Labs Demonstrates the First Practical Silicon Solar Cell [online].Orig. April 25, 1954, edit. 2009. Dostupné na: https://www.aps.org/publications/apsnews/200904/physicshistory.cfm

Druhá výrazná vlna pozornosti sa alternatívnym zdrojom energie dostala v 70. rokoch minulého storočia počas ropných šokov, ktoré výrazne zasiahli svetovú ekonomiku. V tom čase sa taktiež výrazne posunul vývoj veľkých veterných turbín a v nasledujúcom desaťročí sa objavili prvé solárne elektrárne.

1.3. Súčasný stav, trendy a výhľad

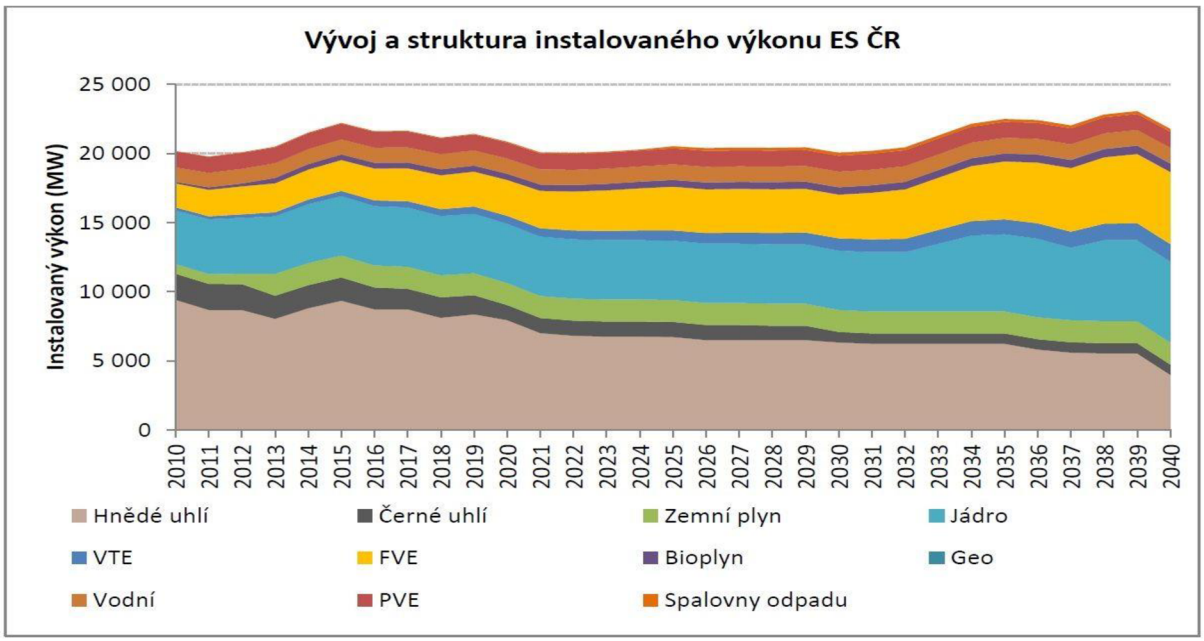
Trend podielu obnoviteľných zdrojov na vyrobenej elektrine v Českej republike je, v súlade so všeobecným vývojom v EÚ, rastúci. Súvisí to aj so snahou dodržať dlhodobú energeticko-klimatickú stratégiu s názvom Roadmap 2050 (Európska komisia, ciele revidované 2019) a jej cieľom je dekarbonizácia energetického sektoru do roku 2050 a dosiahnutie poklesu emisií CO_2 o 80% oproti rokou 1990, s cieľom zabrániť otepľovaniu atmosféry o viac než dva stupne Celzia oproti predindustriálnej dobe. Tabuľka zobrazuje vývoj podielu obnoviteľnej energie v % na spotrebe elektriny od roku 2010 po 2018 v ČR podľa metodiky EUROSTAT [24].

rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
podiel	7,52	10,61	11,67	12,78	13,89	14,07	13,61	13,65	13,61

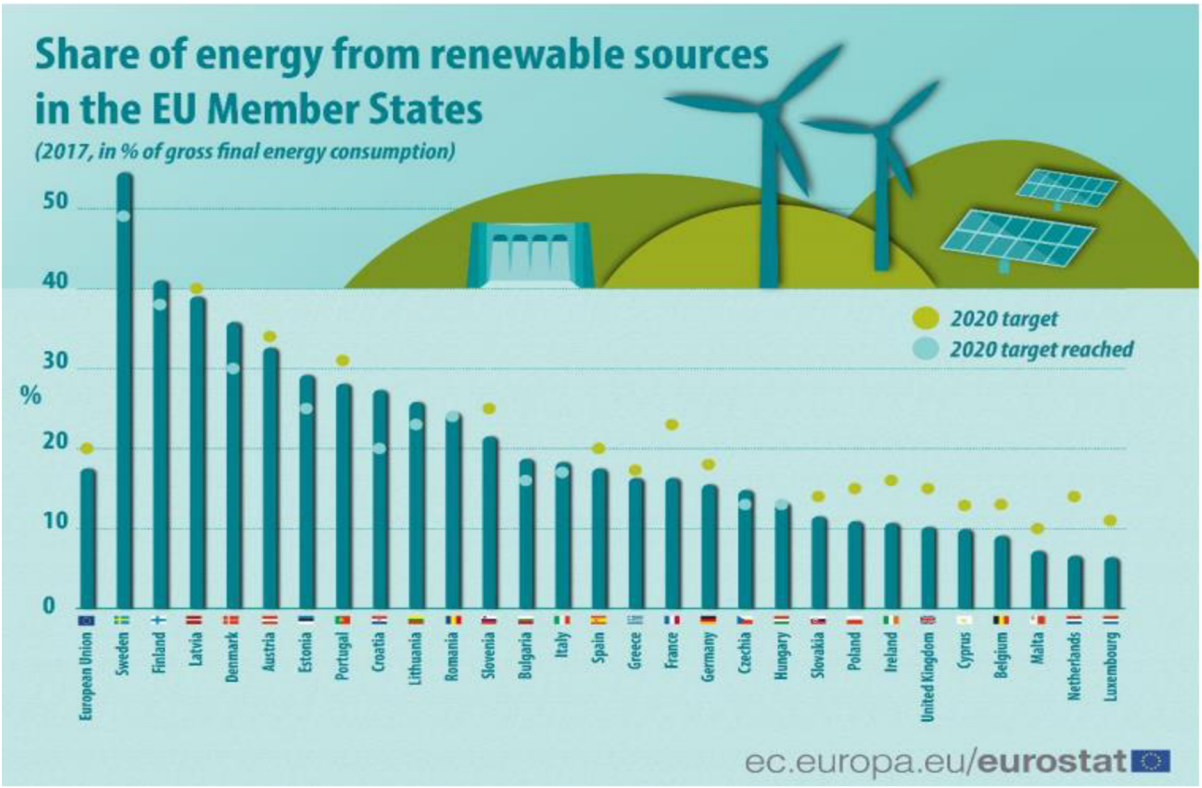
Tab.1: Podiel obnoviteľnej energie v % na spotrebe elektriny. Zdroj: Ministerstvo prumyslu a obchodu. Vlastné spracovanie.

Pri porovnaní s ostatnými štátmi EÚ je vidieť, že Česká republika je podielom obnoviteľných zdrojov na celkovej spotrebe energie tesne pod priemerom EÚ. V čele sú škandinávske a pobaltské štáty, naopak na chvoste krajiny Beneluxu (graf 1).

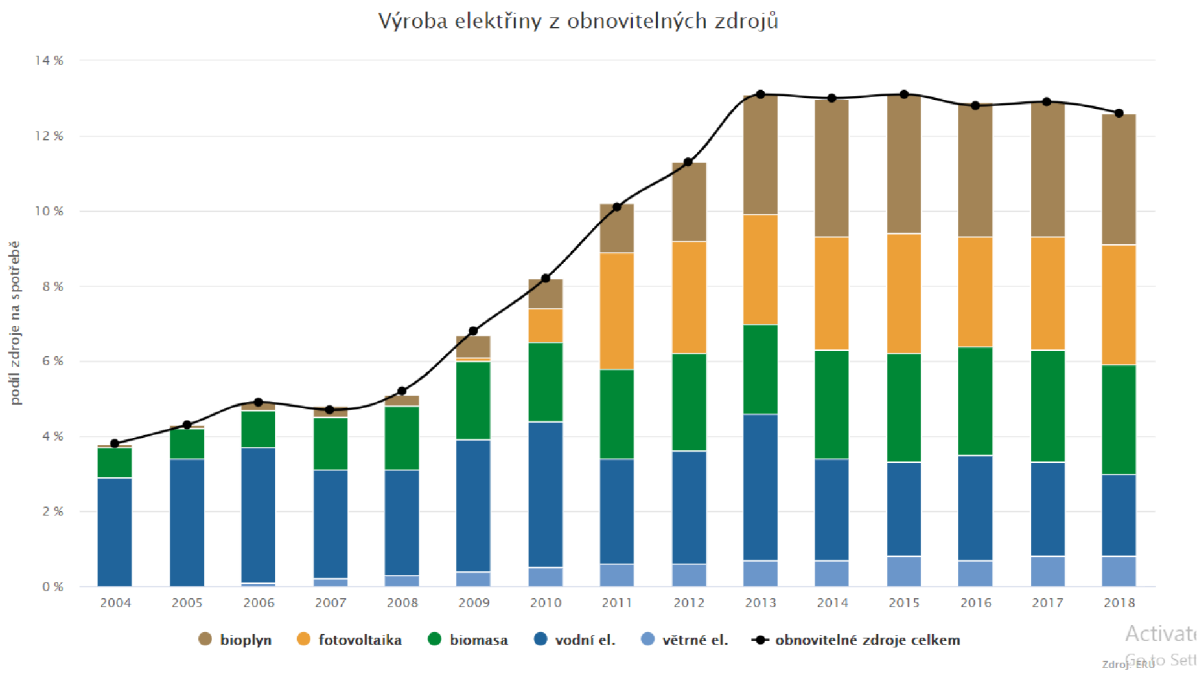
Graf 1: Podiel energie z obnoviteľných zdrojov na celkovej hrubej spotrebe štátov EÚ. Zdroj: Eurostat



Graf 2: Projekcia štruktúry inštalovaného výkonu elektrární v ČR. Zdroj: Státní energetická koncepce ČR, 2015.



Podľa Štátnej energetickej koncepcie ČR z roku 2015 by mala takmer polovica elektrickej energie v krajine pochádzať z obnoviteľných zdrojov (viď graf 2). Nevyhnuteľne bude teda narastať podiel decentralizovaných zdrojov nezapojených do veľkej prenosovej sústavy a teda narastie dopyt po budovaní tzv. Smart grids (viď kapitola 1.3.1).



Graf 3: Štruktúra obnoviteľných zdrojov v ČR a ich podiel na celkovej spotrebe. Zdroj: ERÚ.

Podľa aktuálneho Rámca Európskej únie v oblasti klímy a energetiky prijatého Európskou radou v októbri 2014 by takmer tretina elektriny vyrobenej v EÚ by v roku 2030 mala pochádzať z obnoviteľných zdrojov energie. Pôvodný cieľ vo výške najmenej 27% bol v roku 2018 revidovaný smerom nahor.

Revidované kľúčové ciele do roku 2030:

- Minimálne 40% zníženie emisií skleníkových plynov (z úrovne 1990)
- Aspoň 32% podiel na obnoviteľnej energii
- Zlepšenie energetickej účinnosti najmenej o 32,5%

Národný klimaticko-energetický plán stanovuje podiel obnoviteľných zdrojov v roku 2030 na 20,8%. Podľa výsledkov štúdie pre *Svaz moderní energetiky* (Deloitte, 2019) je ale realistické v tomto časovom horizonte dosiahnuť viac ako 23% Základnými prispievateľmi by mala byť slnečná a veterná energetika.

Čo sa týka odhadov budúcej spotreby, tie úzko súvisia s technologickým vývojom: predpokladá sa, že dôjde k masívnemu rozšíreniu elektromobility a s ním spojeným až dvojnásobným nárastom spotreby elektriny v nasledujúcich tridsiatich rokoch. Scenár s nahradením

obnoviteľnými zdrojmi je ale nepredstaviteľný bez rozvoja krátkodobých aj sezónnych foriem akumulácie energie.

Aby mohli obnoviteľné zdroje hrať v českom energetickom mixe zásadnejšiu úlohu, muselo by ministerstvo otvoriť cestu solárnym a veterným parkom. "Strechári", teda majitelia fotovoltaických panelov na domoch, k nainštalovanému výkonu prispievajú len málo. Priemerná inštalácia má totiž 3,5 kW. Ak by teda ministerstvo úplne odmietlo nové solárne parky, potom by 1 GW nainštalovaného výkonu znamenal pokryť asi 300 tisíc striech. Pritom od roku 2005, kedy do Česka začala fotovoltaika prenikať, si panely na strechu obstaralo len asi 25 tisíc domácností. [12]

Argumenty v prospech momentálne prevažujúcich zdrojov energie zhrnul námestník ministra priemyslu René Neděla: "Rok má 8760 hodín. Uhlie a jadro môžu vyrábať elektrinu takmer neustále. Reálne idú tak sedem až osem tisíc hodín ročne, zvyšok sú odstávky, plnenie palivom a podobne. Plyn funguje primárne v režime, kedy porovnáva nákupnú cenu plynu s cenou za predaj elektriny a vyrába, keď sa to oplatí. Takže tak zo štyridsiatich, päťdesiatich percent. (...) Fotovoltaika vyrába elektrinu asi 1000 až 1200 hodín ročne, veterné elektrárne 1500 až 1700 hodín ročne. Pre nahradenie klasických zdrojov je teda potrebných asi sedemnásobný výkon. K tomu máte denné a sezónne výkyvy, takže si k tomu pridajte akumuláciu. Ľuďom nepoviete, aby si varili, keď potrebujete (...) Keď to sčítam, tak Česko má (ročne, pozn.) spotrebu nejakých 70 alebo 80 TWh. Európske štúdie hovoria o tom, že porastie. Základné pravidlo hovorí, že aby ste mohli bezpečne prevádzkovať sústavu, musia sa výroba najmenej rovnať spotrebe. Spoliehať sa na nákup je riskantné: nemáte istotu, že elektrina bude zrovna u susedov k dispozícii, navyše máte obmedzenú kapacitu na hraniciach. Česko je síce dobre prepojené, ale hovorí sa, že dvadsať- alebo tridsať- percentný dovoz už je vysoko rizikový. "

1.3.1 Smart grid

Smart grid (v slovenčine nazývané aj "inteligentné siete" "chytré siete") sú konceptom, ktorý sa považuje za nástupcu súčasného, centralizovaného systému distribúcie elektriny. Takáto sieť nielenže prenáša elektrinu z elektrárne na objekt, ktorý ju potrebuje, ale tiež umožňuje prenost informácií medzi všetkými bodmi tohoto systému. Cieľom Smart Grid je, aby všetky objekty pomocou automatizovaného riadiaceho systému vzájomne komunikovali, regulovali svoje

energetické nároky, uskladňovali nevyužitú energiu a dodávali vlastnú vyprodukovanú energiu do verejnej siete.

Zavádzanie inteligentných sietí potrebné pre zabezpečenie spoľahlivej prevádzky elektrizačnej sústavy. Bude to nevyhnutné kvôli rastúcemu podielu zdrojov, ktorých výrobu možno dopredu horšie odhadovať, ako sú napríklad slnečné a veterné elektrárne. Stále viac elektriny sa tiež bude vyrábať v malých zdrojoch. Preto bude potrebné premeniť doterajší systém riadenia tak, aby bolo možné zladiť objem vyrobenej a spotrebovanej elektriny pre zachovanie stability.

1.3.1.1 Výhody a nevýhody smart grids

Inteligentné siete majú oproti plne centralizovanému systému niekoľko výhod. Prenos elektriny je už z podstaty efektívnejší, keďže distribútor má okamžitý prehľad o stave distribučnej siete a odberných miestach, môže teda pružne reagovať napríklad pri jej preťažení alebo výpadkoch regulovaním objemu, odpojením užívateľov a podobne. Efektívnejšia distribúcia by tiež eventuálne mohla znížiť ceny elektriny. Pomocou chytrej siete sa tiež zabezpečí integrácia decentralizovaných zdrojov, ktorými sú najmä malé solárne, veterné, či vodné elektrárne. Dáta o spotrebe zbierané v takmer reálnom čase umožňujú na jednej strane spotrebiteľovi upraviť svoje správanie a v konečnom dôsledku znížiť spotrebu a ušetriť za energie, a na druhej strane distribútorovi odčítať spotrebu na diaľku automaticky a na diaľku, čím odpadá nutnosť návštevy odberných miest.

Inovácie v takom obrovskom rozsahu, ako je postupné celoplošné zavádzanie chytrých sietí pochopiteľne vyžaduje vysokú počiatočnú investíciu. Pre ich plné využitie bude musieť súčasná centralizovaná sieť najprv prejsť zásadnou úpravou, keďže sa očakávajú zvýšené nároky na distribučnú sieť a jej riadenie (najmä v oblasti objemu dát, ktorá musí byť prenášaná obojsmerne medzi distribútorom a spotrebiteľom).

Potenciálne riziko predstavuje aj ohrozenie bezpečnosti spotrebiteľov energie, keďže podľa zistení štúdie na americkej Univerzite v Južnej Karolíne (Xu a kol., 2012) je možné zachytiť signál z digitálnych meračov inštalovaných v blízkosti rodinného domu. Takto je následne možné určiť, či je dom momentálne prázdny, jeho spotrebu energie a podobne. Tieto dáta je možné nakoniec použiť proti členom predmetnej domácnosti a eventuálne na trestnú činnosť. Samozrejme, vývoj pokročil a nové generácie meračov už sú vo všeobecnosti vybavené

šifrovaním, ale v dobe, keď bola uvedená štúdia vykonaná, bolo v Spojených štátoch 46 miliónov podobných meračov [24], čiže prípadná obmena potrvá niekoľko rokov.

V neposlednom rade existuje prípadné riziko v nutnosti získania širokej spoločenskej a politickej podpory pri príchode smart grids, keďže súčasný systém sa stal absolútne všedným. Tento aspekt by mohol byť problematický hlavne v krajinách s všeobecne konzervatívne ladeným obyvateľstvom vo vzťahu k novým a ekologickým technológiám. Tamil a Jurek (2020) upozorňujú, že Česi obnoviteľné zdroje chápu ako unijný projekt a ako také sú menej populárne v celom postkomunistickom priestore a tiež že "hlbšia debata o dôvodoch pre ich využívanie v Českej republike stále chýba". Dôvod vidia v minulosti: "Nezdá sa, že by sa politickí aktéri alebo občianska spoločnosť v deväťdesiatych rokoch príliš zaujímali o obnoviteľné zdroje alebo ochranu životného prostredia. Verejnej debate dominovali témy politickej a ekonomickej transformácie."

1.3.1.2 Smart grid v ČR

Česká republika bola jedným z prvým štátov, ktoré zverejnili národné akčné plány pre rozvoj inteligentných sietí (National Action Plan for Smart Grids - ďalej len NAP SG) . Ministerstvo priemyslu a obchodu ho zverejnilo v roku 2015 (Úvod do liberalizovanej energetiky, s. 500).

Český NAP SG je rozdelený do štyroch časových období. Prvé, prípravné obdobie, prebiehalo do roku 2019. Slúžilo primárne na dokončenie potrebných analýz a vyhodnotenie pilotných projektov distribučných firiem. V období 2020-2024 by okrem iného malo byť 30% odberných miest v sieťach nízkeho napätia osadené chytrými elektromermi a konca roka 2029 už všetky odberné miesta. Medzi rokmi 2025-2029 sa tiež predpokladá významný rozvoj elektromobility a akumulácie energie.

1.3.2 On grid a off grid

Považujem za podstatné tiež uviesť rozdiel medzi on-grid a off-grid inštaláciou elektrárne, keďže sa značne líšia využitím i nákladmi.

On grid systém v prípade dostatočného slnečného svitu napája spotrebiče v budove solárnou elektrickou energiou a prípadný prebytok je dodávaný do verejnej rozvodnej siete. Tento typ je teda uplatňovaný v oblastiach s hustou sieťou elektrických rozvodov, najmä na mestských

budovách. Pri nedostatku vlastnej energie je elektrická energia z rozvodnej siete odoberaná. Systém funguje úplne automaticky vďaka mikroprocesoru riadenia striedača. Tieto systémy sú vo všeobecnosti lacnejšie a jednoduchšie než off-grid.

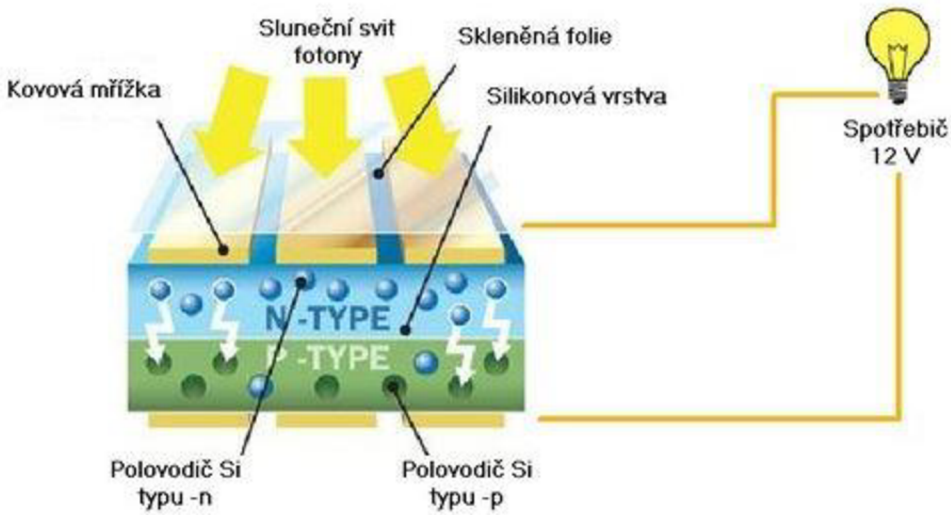
Off grid sa používajú všade tam, kde nie je k dispozícii rozvodná sieť a kde je potreba striedavého napätia 230 V. Obvykle sú ostrovné systémy inštalované na miestach, kde to nie je ekonomicky výhodné (vzdialenosť k najbližšej rozvodnej sieti je viac ako niekoľko stoviek metrov) alebo nie je technicky možné vybudovať elektrickú prípojku. Ide teda o odľahlé objekty, akými sú napríklad chaty, karavany, lode, napájanie semaforov a telekomunikačných zariadení, záhradné svetlá, svetelné reklamy a pod.

Off-grid systémy sa ďalej delia na systémy s priamym napájaním, hybridné systémy a systémy s akumuláciou elektrickej energie. Pri systémoch s priamym napájaním sa jedná o prosté prepojenie solárneho panelu a spotrebiča, kedy spotrebič funguje iba v dobe dostatočnej intenzity slnečného žiarenia (nabíjanie akumulátorov malých prístrojov, čerpanie vody pre závlahu, napájanie ventilátorov na odvetranie uzavretých priestorov atď.). Hybridné ostrovné systémy sa používajú tam, kde je nutná celoročná prevádzka. Keďže v zime je možné získať z fotovoltaického zdroja podstatne menej elektrickej energie než v letných mesiacoch, sú dopĺňané alternatívnym zdrojom energie (hybridný generátor), ktorým môže byť napríklad veterná elektráreň, malá vodná elektráreň, elektrocentrála atď. Tretí typ, s akumuláciou elektrickej energie, vyžaduje oproti sieťovej verzii navyše solárne batérie, ktoré uchovávajú vyrobenú energiu na dobu, kedy nie je dostatok slnečného svitu. [20]

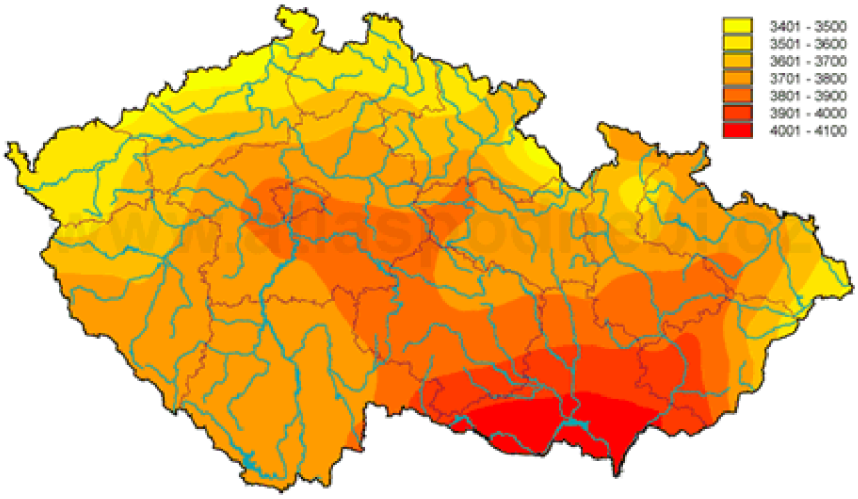
2. Predstavenie alternatív

2.1 Solárne panely

Fotovoltaické zdroje využívajú priamu premenu slnečnej energie na elektrickú pomocou fotovoltaického javu. Ten nastáva v niektorých polovodičoch (najpoužívanejší je kremík), ktoré osvetlením pomocou fotónov slnečného žiarenia zvýši svoju vodivosť. Jednosmerný prúd vyrobenými fotovoltaickými článkami je následne premenený na striedavý s parametrami domácej siete (obr. 1).



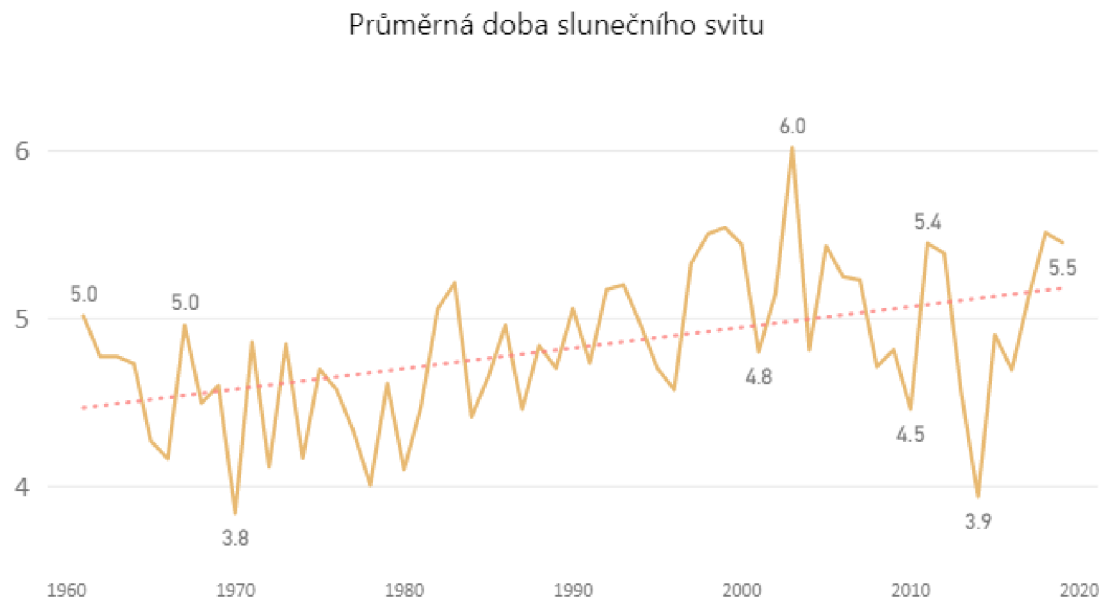
Obr.1: Princíp fotovoltaického článku. Zdroj: tzb-energ.cz.



Obr. 2: Ročný úhrn globálneho slnečného žiarenia v ČR [W/m2]. Zdroj: IsofEnergy.

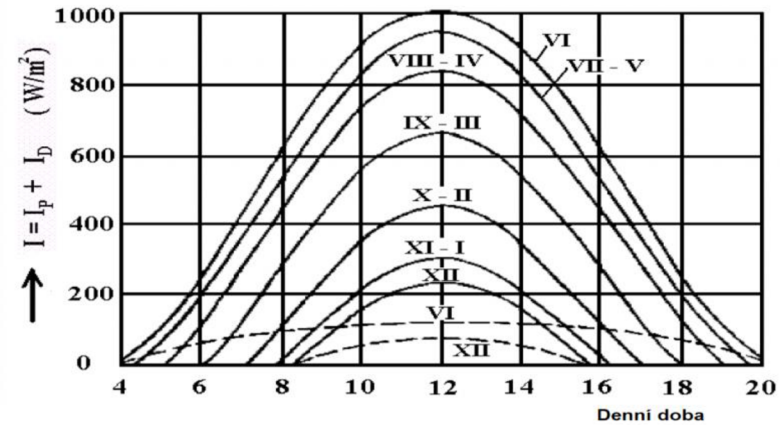
V rámci Českej republiky je najvhodnejšou oblasťou na použitie fotovoltaiky južná Morava, keďže tam dopadá najväčšie množstvo slnečného žiarenia. Globálnym trendom v prospech

fotovoltaiky súvisiacim s klimatickou zmenou je zvyšovanie priemernej dennej doby slnečného svitu, ktorý v perspektíve posledných 60 rokov ilustruje Graf 4.

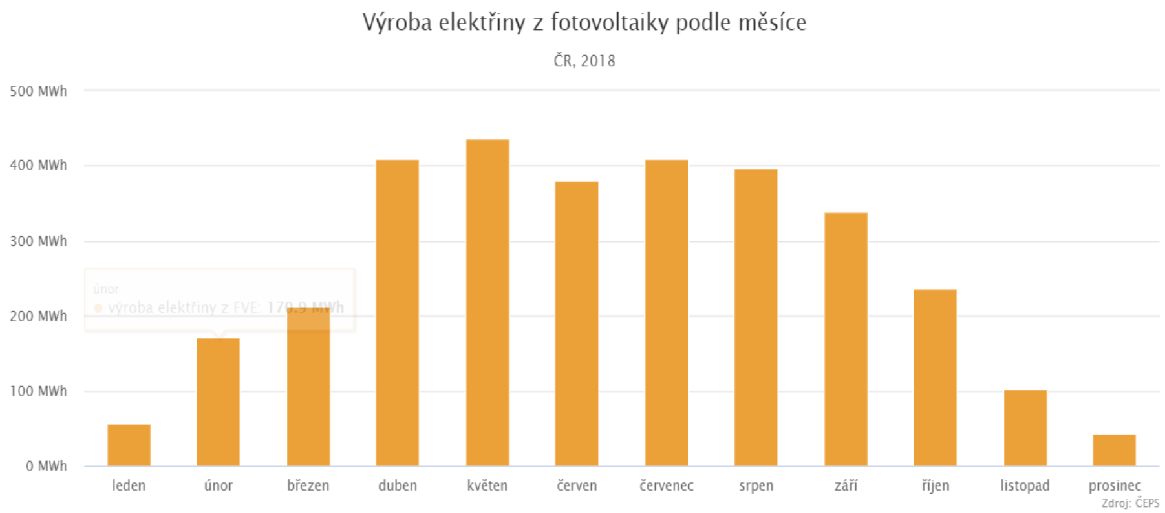


Graf 4: Priemerná denná doba slnečného svitu v roku v ČR [h]. Zdroj: ČHMÚ.

Nevýhodou solárnej energie je časový rozdiel medzi výrobou a požiadavky na spotrebu. Kým intenzita slnečného žiarenia (viď graf 5) a teda možný objem vyrobenej energie (viď graf 6) je najvyššia na poludnie a zároveň v letných mesiacoch, teda keď sa často zdržiavame mimo domova, dopyt po elektrine je prirodzene najvyšší večer.



Graf 5: Dopadající solární energie během dne v různým měsících roku (prevzaté Cihelka, J.: Sluneční vytápěcí systémy. Praha : SNTL, 1984. 206 s.)



Graf 6: Výroba elektriny z fotovoltaiky v ČR počas roka 2018. Zdroj: ČEPS.

Z vyššie popísanej nerovnomernosti výroby a spotreby energie sa domáce solárne elektrárne dopĺňajú o vybranú formu akumulácie energie. Môže to byť napríklad zásobník pre ohrev vody, alebo elektrický akumulátor. Podľa M. Sedláka (2019) zo *Svazu moderní energetiky* sú dnes základom krátkodobej akumulácie lítiové batérie. Sezónna akumulácia, teda schopnosť udržiavať veľké množstvo elektriny v priebehu mesiacov, vhodnú technológiu ešte len hľadá. Chemické batéria sa totiž na dlhodobé ukladanie energie príliš nehodia. [12]

2.1.1 Životnosť a likvidácia

Životnosť fotovoltaického panelu je všeobecne definovaná poklesom výkonu o 20%. [21] Takmer všetci výrobcovia bežne dostupných kryštalických a tenkovrstvových panelov garantujú maximálny pokles účinnosti o 10% za 10 alebo 12 rokov a 20% za 25 rokov. V praxi sa však na najstarších inštaláciách pokles účinnosti po 25 rokoch pohybuje okolo 6 až 8%. Skutočná životnosť preto bude výrazne dlhšia.

V súčasnosti sa predpokladá, že životnosť definovaná poklesom účinnosti o 20% bude pri kvalitných paneloch minimálne 30 až 40 rokov od ich inštalácie. Panely sú funkčné aj po tejto dobe, ich účinnosť bude ale postupne ďalej klesať. Po naskenovaní termovíziou sa na paneli objavia škvrny, ktoré signalizujú chybný panel. I malá škvrna však nepomerne výrazne znižuje výkonnosť panelu. Investor môže zvážiť, či je pre neho výhodnejšie vyrábať elektrinu s nižšou účinnosťou, alebo investovať do nových panelov. Životnosť panelov sa tým môže významne predĺžiť, podľa súčasných odhadov pravdepodobne až k horizontu 50 a viac rokov. Životnosť menej odolnejších panelov môže predčasne ukončiť aj extrémne silné krupobitie.

Pre rentabilitu solárneho systému je však kritická najmä životnosť striedača. Ten má životnosť obyčajne 7-12 rokov. Následne je potrebná výmena, ktorá je ale značne finančne náročná, keďže cena striedača predstavuje zhruba tretinu počiatočných nákladov na systém, čo sa potvrdilo aj v praktickom príklade v kapitole 4.

Vzhľadom na materiálové zloženie solárnych panelov je z ekologického pohľadu dôležité, aby sa po konci ich životnosti zaistila ich recyklácia v čo najväčšej miere. Ako uvádza Hamáčková (2018), Európskej únii ju upravuje smernica európskeho parlamentu 2012/19/EÚ o odpade z elektrických a elektronických. a fotovoltaické panely by mali byť zbierané a zhodnocované za podmienok stanovených v nej. Táto smernica musela byť implementovaná všetkými krajinami EÚ v roku 2015. Zo smernice plynie predĺžená zodpovednosť výrobcu za výrobok, ktorá zahŕňa spätný odber a recykláciu. Využitie elektroodpadu zo solárnych panelov musí byť v rozsahu najmenej 85 % priemernej hmotnosti panelu a príprava na opätovné použitie a recykláciu odpadu zo solárnych panelov v rozsahu najmenej 80 % jeho priemernej hmotnosti.

Hamáčková dodáva, že predmetom súdnych sporov je však v súčasnosti poplatok za likvidáciu, ktorý je pre majiteľov solárnych systémov povinný od roku 2013 vo výške 8,50 Kč za 1 kg panelu, ktorý patrí k najvyšším v Európe. Tento poplatok smeruje špecializovaným firmám, ktorým štát udelil licenciu na ekologickú likvidáciu.

2.1.2 Legislatíva

U fotovoltaických elektrární umiestnených na budovách sa predpokladá vlastná spotreba vyrobenej elektriny v danom objekte. v takom prípade sa nejedná o výrobňu elektriny, ale o technické zariadenie stavby, na ktorú sa solárne panely umiestňujú. Panely na výrobu energie sú potom neoddeliteľnou súčasťou stavby. Inštalácia solárnych panelov na existujúce budovu je zmenou dokončenej stavby, alebo ich stavebnou úpravou. Na stavebné úpravy sa podľa § 79 ods. 6 stavebného zákona nevyžaduje územné rozhodnutie ani územný súhlas. Ďalej platí podľa § 103 ods. 1 písm. d) stavebného zákona, že stavebné úpravy nevyžadujú ohlášku ani stavebné povolenie ak sa stavebnými úpravami nezasahuje do nosných konštrukcií stavby, ,ak sa nemení vzhľad stavby ani spôsob užívania stavby, ak sa nevyžadujú posúdenie vplyvov na životné prostredie a ich prevedenie nemôže negatívne ovplyvniť požiarnu bezpečnosť stavby. Všetky tieto podmienky väčšina inštaláciou solárnych panelov spĺňa. Výnimku tvoria inštalácie fotovoltaických panelov na stavby, ktoré sú nehnuteľnú kultúrnou pamiatkou, alebo ak leží v nejakom záujmovom území, napríklad CHKO.

Od roku 2011 príjem z prevádzky FVE podlieha v ČR dani z príjmu právnických aj fyzických osôb. U právnických osôb predstavuje zdaniteľný výnos. V prípade fyzických osôb sa tento príjem zdaňuje podľa § 7 ods. 1 písm. c) Zákona o daniach z príjmov (ZDP) ako príjem z iného podnikania. Tieto príjmy môžu byť znížené, a to buď o: skutočne vynaložené výdavky, ktoré podľa § 7 ods. 3 ZDP slúži na dosiahnutie zabezpečenie a udržanie príjmu (napr. odpisy FVE, opravy a údržba ...), alebo paušálne výdavky (§ 7 ods. 7 písm. d) ZDP), ktoré sú v tomto prípade vo výške 40%, maximálne však 800 000 Kč (s tým, že od roku 2018 maximálne do absolútnej výšky 400 000 Kč, tento nižší paušál je možné, za súčasného uplatnenia vybraných daňových úľav, použiť už za rok 2017).

Ak ročný príjem z prevádzky FVE je nižšia ako 6 000 Kč a zároveň má daňový subjekt iba príjmy zo závislej činnosti (zamestnania), potom, ak daňovník nepodá daňové priznanie, taký príjem nebude podliehať zdaneniu. [26]

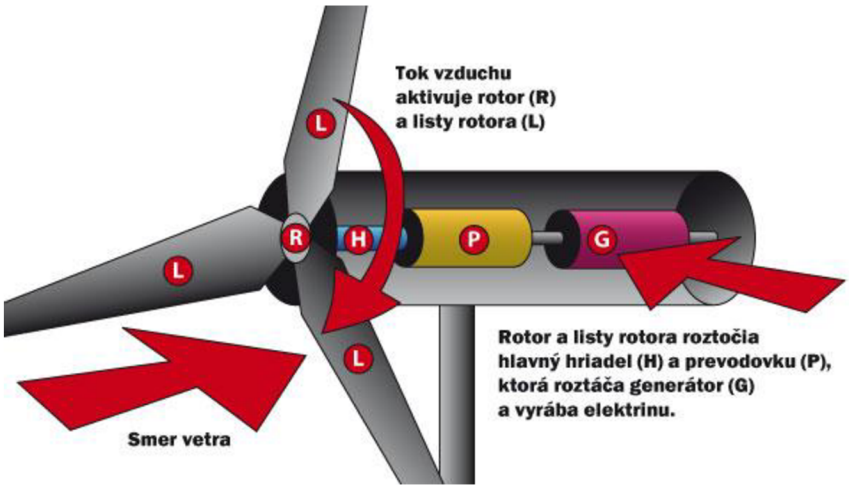
Čo sa týka prípadnej nutnosti odpisovania súčasné pravidlá a zaradenie fotovoltaiky v rámci hmotného majetku je v platnosti od roku 2011 novelou zákona o dani z príjmov č. 346/2010 Zb. Tu je uvedené, že zariadenie FVE, ktoré je klasifikované produkciou CZ-CPA označené kódom skupiny 27.11, 27.12 a ďalej subkategórie CZ-CPA 26.11.22 sa odpisuje rovnomerne bez prerušenia a to po dobu 20 rokov do 100% vstupnej ceny. Tieto odpisy sa stanovuje na celé mesiace, pričom poplatníkovi vzniká povinnosť začať s odpisovaním nasledujúci mesiac po mesiaci, v ktorom boli splnené podmienky pre odpisovanie.

Technické zhodnotenie daného majetku je upravené §30b ods. 3 tohto zákona. V tomto prípade daňovník pokračuje v odpisovaní hmotného majetku zo zvýšenej vstupnej ceny, ktorá je už znížená o uplatnené odpisy. Odpisovania zo zvýšenej vstupnej ceny poplatník zadadí od mesiaca nasledujúceho po mesiaci, v ktorom bolo technické zhodnotenie ukončené. Musia byť takisto odpisované bez prerušenia a to po celú zostávajúcu dobu, najmenej ale po dobu 10 rokov.

2.2 Veterné elektrárne

Listy rotora sú tvarované tak, aby zachytili čo najviac energie prúdiaceho vzduchu. Cez hriadeľ a následne prevodovku sa roztočí generátor vyrábajúci elektrinu. Veľké sieťové

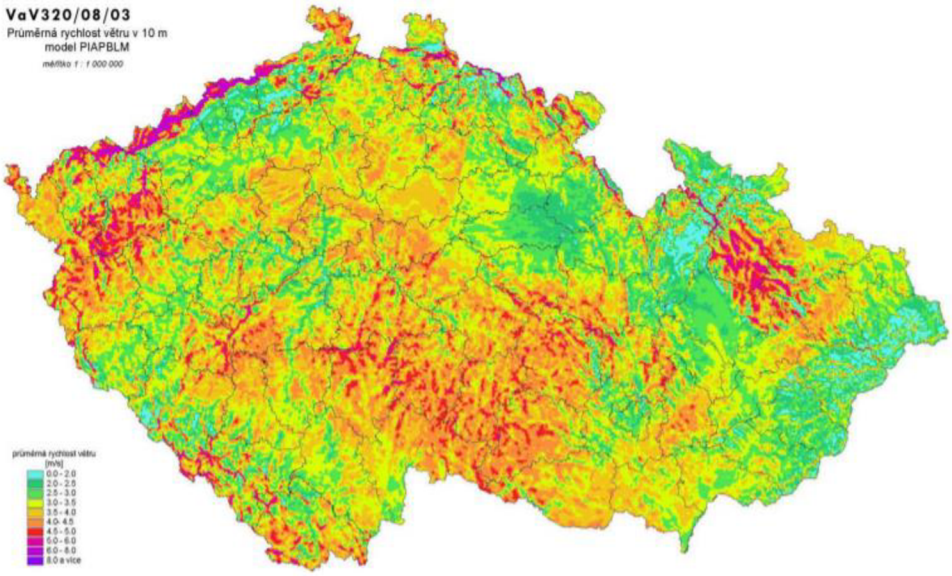
veterné elektrárne majú obvykle listy rotora umiestnené vertikálne (tak ako na obr.2), malé súkromné jednotky naopak horizontálne.

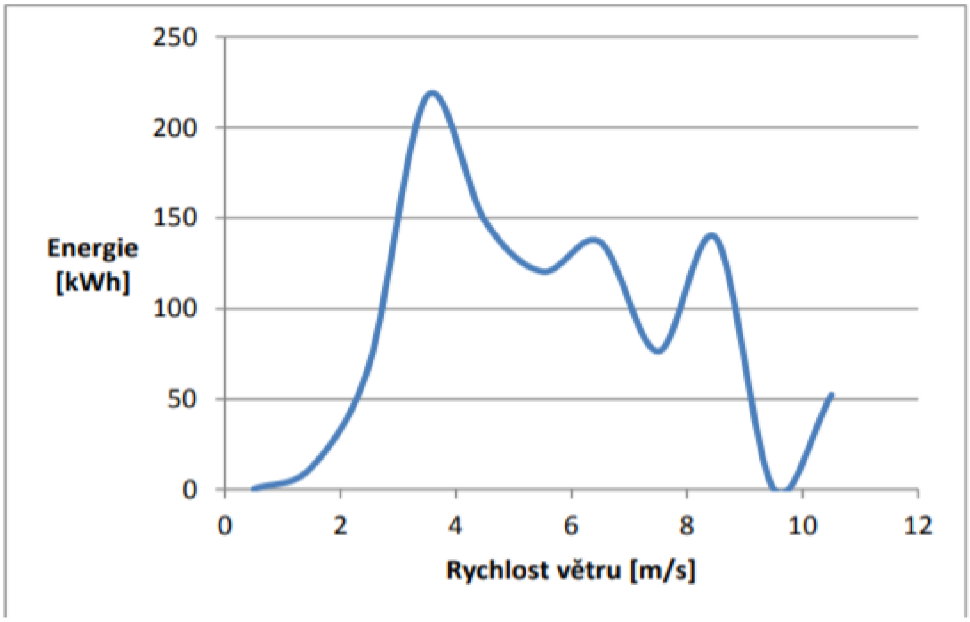


Obr.3: Princíp veternej turbíny. Zdroj: energoportal.org

Hlavným kritériom pri zvažovaní kúpy veternej turbíny je dostatočné prúdenie vetra. Ako ukazuje Obr. 3, jeho rýchlosť sa v rámci krajiny značne líši. Aj graf 7 z dát nameraných na stanici Brno-Tuřany sú pri rozhodované o výhodnosti polohy iba orientačné, keďže terén a okolité budovy v relatívnej blízkosti mikrozdroja majú značný vplyv na prúdenie vzduchu a tým pádom na účinnosť a rentabilitu.

Obr. 4: Priemerná rýchlosť vetru v ČR 10 metrov nad povrchom zeme [m/s]. Zdroj: Ústav fyziky atmosféry AV ČR





Graf 7: Teoreticky vyprodukovaná el. energia v závislosti na rýchlosti vetra . Zdroj:oze.tzb-info.cz.

2.2.1 Legislatíva

Stavba malej veternej elektrárne sa riadi stavebným zákonom č. 183/2006 Zb. Podľa § 79 patrí malá VTE medzi stavby, ktoré vyžadujú rozhodnutie o umiestnení stavby. Podľa Mgr. Macholdu [23] sa sa postupuje obdobne, ako u inej stavby: vypracovanie projektovej dokumentácie v rozsahu pre územné konanie, požiadanie stavebného úradu o vydanie územného rozhodnutia, prípadne súčasne o vydanie stavebného povolenia. Stavebný úrad si môže vyžiadať ďalšie dokumenty, napríklad spracovanie hlukové štúdie a pod. Stavebné konanie môže byť jednoduchšie, ak požiadate o stavebné povolenie na dočasnú stavbu. Pre prevádzku mikrozdroja (teda do 10 kW) pripojeného k sieti treba mať súhlas distribútora. Na elektrinu z vetra sa nevypláca žiadna štátna podpora. Vyjadrenia Úradu pre civilné letectvo sa mikrozdrojov vo všeobecnosti netýkajú, ak stavba neohrozuje bezpečnosť letovej prevádzky, teda napríklad ak stojí blízko letiska. Často však dodávatelia turbín ponúkajú aj tzv. stavbu na kľúč, ktorá zahŕňa riešenie administratívy.

V prípade nutnosti odpisovania patria takéto stavby do 4. odpisovej skupiny s 20 ročnou dobou odpisu. [26]

2.2.2 Riešenie domácej VTE

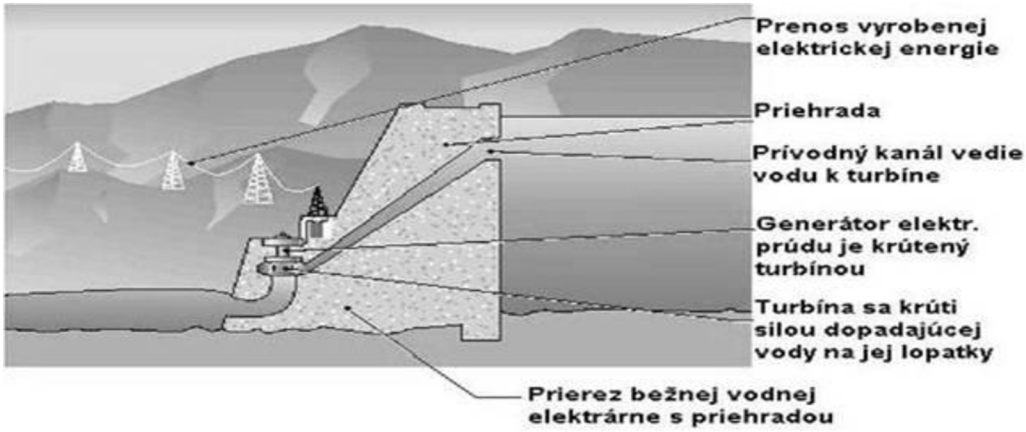
Praktickú inštaláciu malej "vrtuľovej" veternej elektrárne otestovala spoločnosť Eneka. Tá zvažovala zákazníkom ponúknuť malú veternú elektráreň s max. hodinovým výkonom od 1 do 5 kW. Za tým účelom bol zakúpený jeden kus v Číne a inštalovaný v Brne Tuřany. Po viac ako piatich rokoch prevádzky je zhodnotenie nasledovné:

- **vibrácie** - je zložité technicky zabezpečiť, aby sa vibrácie výrazne neprenášali do samotnej budovy
- **hluk** - hoci inštalovaná veterná elektráreň spĺňa všetky požiadavky v súvislosti s hlučnosťou, nemožno odporučiť inštaláciu priamo do obývanej lokality, keďže rotor obťažuje svištivým zvukom
- **technické parametre** - podľa technických listov výrobcu elektráreň nedosahuje technické parametre dané výrobcom. Výkon je o cca o 15 - 20% nižší. Začína vyrábať pri nižších rýchlostiach vetra a nedosahuje za žiadneho bežného vetra maximálny výkon. Na podobný problém upozornili dokonca viaceré zdroje s rozličnými nainštalovanými modelmi.
- Odhadovaná návratnosť investície je cca 13,5 roka. Z vyššie uvedených výsledkov spoločnosť tento projekt ukončila s výsledkom, že tento typ elektrárne je pre podmienky v Brne nevhodný.

Ďalším príkladom je model [40, v ktorom sa predpokladala inštalácia turbíny do domácnosti s ročnou spotrebou 4,7 MWh, čo je podobné ako v prípade modelovej domácnosti v mojej práci. Počítalo sa s lokalitou v Libereckom kraji, kde priemerná rýchlosť vetra dosahuje 4,57 m/s a elektráreň podľa dát pracovala 299 dní v roku. Celkovo tak vyrobí 4.86MWh elektriny ročne. Cena inštalácie dosiahla 480 tisíc korún. Doba návratnosti v tomto prípade dosahovala cca 20 rokov v prípade využitia prebytkov na následne nainštalovaný bojler na ohrev vody, a až 25 rokov predaji prebytkov do siete.Keďže tieto hodnoty dosahujú, prípadne presahujú životnosť elektrárne, autor uzavrel prácu s doporučením poohliadnuť sa radšej po solárnych paneloch. Je nutné poznamenať, že rýchlosť vetra v predmetnej lokalite je vyššia ako v Brne a okolí, čo znamená, že rentabilita bude v takomto prípade ešte menej výhodná.

2.3 Vodné elektrárne

Princíp je veľmi podobný ako pri veternej turbíne. Voda prúdom roztočí turbínu, ktorá je na spoločnom hriadeli s elektrickým generátorom. Elektrická energia sa v generátore vytvára indukciou rotujúceho magnetického poľa rotora do pevného vinutia statora generátora. Na obrázku č.2 je nakreslená schéma veľkej vodnej elektrárne s priehradou, princíp fungovania malej jednotky (MVE) je ale rovnaký.



Obr.5: Princíp vodnej elektrárne. Zdroj: vyroba-elektrickej-energie5.webnode.sk

Podľa Skleničkovej (2013) majú vodné elektrárne oproti iným obnoviteľným zdrojom energie výhodu nižšie kolísanie potenciálneho výkonu, keďže prietok vodných tokov neprekonáva denné-nočné výkyvy zdroja na rozdiel od solárnych panelov. Navyše, ich údržba je všeobecne menej náročná a životnosť môže dosiahnuť aj 100 rokov.

Silným argumentom v neprospech vodných mikrozdrojov je, najmä v oblasti Moravy , extrémne sucho súvisiace s klimatickou zmenou. Počas posledného sucha v lete 2019 uviedol riaditeľ Povodí Moravy Václav Gargulák, že sucho na tomto území pokračuje už piatym rokom. V takomto nepriaznivom období sa znižuje dlhodobý priemerný prietok najmä neregulovaných tokov aj o 80% [30], čo výrazne ovplyvňuje prípadnú výkonnosť mikrozdrojov v ich povodiach.

V praxi sa začína štúdiom riečky alebo potoka, presnejšie celoročného spádu a prietoku. Pre predstavu: Napríklad riečka klesajúci o 3 ‰ (3 metre výšky na 1 kilometer dĺžky), ktorou preteká jeden kubík vody za sekundu, poskytuje energiu približne na výkon 25 kW. [12]

2.3.1 Legislatíva

Nakladanie a využívanie energetického potenciálu vodných tokov je upravované tzv. Vodným právom. Problematikou vodného práva sa v súčasnosti zaoberá Zákon o vodách č.254 / 2001 Zb. a niekoľko smerníc Európskej únie, predovšetkým Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2000/60 / ES. Štátnu správu podľa zákona o vodách vykonávajú krajské a obecné úrady, a ústredným vodoprávnom úradom je Ministerstvo poľnohospodárstva a Ministerstvo životného prostredia. Pre záujemcov, ktorí by sa do stavby chceli pustiť, je dôležité, že *Asociace malých vodních elektráren* ponúka právne a ekonomické služby odborníkov, ktorí celý administratívny proces poznajú a výrazne tak uľahčia úvodný proces. [1]

3. Štátne dotácie

V rámci dotačného programu Nová zelená úsporám môžu v ČR v oblasti podpory *C - Efektívne využitie zdroja energie* žiadať majitelia rodinných domov dotáciu na fotovoltaické solárne systémy vo výške od 35 do 150 tisíc kČ a na termické solárne systémy od 35 do 50 tisíc kČ. Pri kombinovaní s kotlíkovou dotáciou možno navyše získať dodatočný bonus (viď 3.3). [27]

3.1 Podporované typy solárnych systémov

Tabuľka 2: Podporované typy solárnych systémov. Zdroj: novazelenausporam.cz

Typ systému	Výška podpory [Kč]
Solární termický systém na přípravu teplé vody	35 000
Solární termický systém na přípravu teplé vody a přitápění	50 000
Fotovoltaický systém pro přípravu teplé vody s přímým ohřevem	35 000
Fotovoltaický systém bez akumulace elektrické energie s tepelným využitím přebytků a celkovým využitelným ziskem ≥ 1 700 kWh.rok^{-1}	55 000
Fotovoltaický systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem ≥ 1 700 kWh.rok^{-1}	70 000
Fotovoltaický systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem ≥ 3 000 kWh.rok^{-1}	100 000
Fotovoltaický systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem ≥ 4 000 kWh.rok^{-1}	150 000
Fotovoltaický systém efektivně spolupracující se systémem vytápění a přípravy teplé vody s tepelným čerpadlem	150 000
Fotovoltaický systém bez akumulace elektrické energie s tepelným využitím přebytků a celkovým využitelným ziskem ≥ 3 000 kWh.rok^{-1}	80 000

3.2 Podmienky pre získanie dotácie

Dotáciu môže získať vlastník alebo stavebník rodinného domu, ako fyzická, tak právnická osoba. Rodinný dom je definovaný v § 2 vyhlášky č. 501/2006 Sb., *o obecných požadavcích na využívání území ako* stavba s viac než 50 % podlahovej plochy určenej k trvalému pobytu, s maximálne tromi samostatnými bytovými jednotkami a najviac 2 nadzemnými a 1 podzemným podlažím, a podkrovím. Peniaze nemožno získať na solárne panely pre chaty a chalupy, keďže ide o rekreačné objekty.

O dotáciu je možné požiadať pred začiatkom, v priebehu aj po skončení prác výhradne elektronicky prostredníctvom online formulára žiadosti. Ukončenie príjmov žiadostí je v súčasnom treťom behu programu stanovené 31. decembra 2021 alebo vyčerpaním vyčlenených finančných prostriedkov.

Z technických požiadavkov je dôležité spomenúť minimálnu účinnosť panelov 10, resp. 15% (podľa ich materiálového zloženia), maximálny výkon systému do 10kWp[2] (t.j. mikrozdroj), nutnosť prepojenia[3] systému distribučnou sústavou a využitie aspoň 70% vyrobenej energie pre vlastnú spotrebu domácnosti.[4]

3.3 Dotačný bonus

Pre domácnosti môže byť tiež zaujímavý tzv. Dotačný bonus vo výške 10 000 Kč, ktorý je možné získať pri kombinácii dotácie z programu Nová zelená úsporám s tzv. kotlíkovou dotáciou. Tá je vyplácaná pri výmene zastaraného kotla na pevné palivá s ručným prikladaním za nový, ekologický zdroj tepla. Podporované sú kotle na biomasu, tepelné čerpadlá a plynové kondenzačné kotle. [27]

V čase odovzdania tejto práce prebieha tretia, posledná výzva Kotlíkovej dotácie. Program bol vyhlásený Ministerstvom životného prostredia ČR v rámci Operačného programu Životné

2 *3 4 Neplatí pre podoblasť 3.3: fotovoltaický systém na prípravu teplej vody s priamym ohrevom. Zdroj: novazelenausporam.cz*

3

4

prostredie 2014-2020 s cieľom znížiť vypúšťanie znečisťujúcich emisií do ovzdušia. Celkovo je z fondov EÚ domácnostiam rozdelené v troch výzvach 9 miliárd Kč. [5]

[5] Zdroj: Štátny fond životného prostredia. Dostupné online na: https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/

4. Vyhodnotenie rentability

Pre komplexné vyhodnotenie rentability investície malého solárneho systému som použil výpočty Návratnosti, Cashflow, Vnútorné výnosové percento (IRR) i Čistú súčasnú hodnotu (NPV). Pre spracovanie dát som vytvoril model v Microsoft Excel, ktorého výstup je v prílohe práce. V tomto modeli sa dajú isté položky naškálovať (počet panelov s krokom 280Wh, spotrebu domácnosti úpravou spotrebičov, podiel vlastného kapitálu na investícií a i.), a prispôsobiť tak výpočet pre iné parametre

4.1 Parametre a vstupné dáta

Modelovým zákazníkom je relatívne mladá rodina s jedným dieťaťom žijúca v rodinnom dome v okrese Brno-mesto, kde je ročný úhrn žiarenia 1250 kWh/m². Ako ukazuje Tabuľka 4 nižšie, ročne spotrebujú 4,68 MWh elektrickej energie. Keďže vytápajú tepelným čerpadlom, budú elektrinu odoberať podľa tarifu Přímotop D 56d. V nízkom tarifnom pásme odoberajú 80% času. Pre značné rozdiely v cenách elektriny od rôznych dodávateľov som sa rozhodol porovnať ponuku silovej elektriny od E-On a od Eneka. Celkové ceny, ktoré vstupujú do modelu sú zložené z tzv. distribučnej zložky, ktorá predstavuje poplatky za pripojenie do rozvodnej siete a tzv. silovej zložky, ktorá oceňuje samotnú odoberanú energiu. Z toho, čo vyrobím a spotrebujem sporím silovú časť, daň (fixná 34,25Kč/MWh) a distribúciu, keďže som nevyužil káble ani elektrinu z nich. V okamihu, kedy je preetok do siete, dostanem 300 Kč za MWh a za odobranú elektrinu v tejto výške, ktorú potom odoberiem zaplatím ako za bežnú MWh (platím distribúciu).

	Eneka (Kč)	E-On (Kč)
Tarif NT (1 MWh)	1861	2487
Tarif VT (1 MWh)	2212	3406
Výkup (1 MWh)	300	300

Tabuľka 3: Prehľad použitých cien elektriny. Prameň: eon.cz, eneka.cz.

Spotrebič	Príkon (W)	Priemerné denné používanie (h)	spotreba (kWh) / rok
vysávač	700	0.14	37
žiarovka 2x15W	30	0.10	1
žiarovka 5x50W	250	1.50	137
žiarovka 1x10W	10	1.00	4
Mikrovlnka	1000	0.10	37
Chladnička (spotreba podľa štítku)	700	24.00	250
Rúra+sporák	2400	0.20	175
Umývačka riadu	1000	0.25	91
Konvica	2200	0.10	80
Mixér	800	0.04	10
TV	50	1.00	18
Domáce kino	80	0.50	15
Notebook	45	1.00	16
Práčka	1000	0.25	91
Sušička	1500	0.25	137
Tepelné čerpadlo (spotreba podľa faktúr	5000		3000
Wifirouter	10	24.00	88
Kosačka	1500	0.20	110
Vŕtačka	750	0.05	14
Krovinorez	850	0.05	16
Brúska	1300	0.05	24
PC s monitorom	350	2.50	319
LED svetlo	2	2.00	1
Denné nabíjanie 2 telefónov			2
Fén	1000	0.25	
Audiosústava	50	0.50	9
Celkom			4681.18

Tabuľka 4: Rozpis spotrebičov v domácnosti. Vlastné spracovanie

Navrhnutý solárny systém je zložený z komponentov popísaných v Tabuľke 3. Systém som podľa kalkulátorov na internete zvolil tak, aby výroba neprekračovala spotrebu energie, keďže kvôli nízkej cene výkupov by veľký odkup späť do siete znamenal zbytočnú stratu. Obsahuje aj batérie na akumuláciu energie pre vyrovnanie nerovnomernosti spotreby a generácie elektriny. Celkový výkon sústavy je 3360 kWp, čo v podmienkach Juhomoravského kraja postačuje na produkciu 4.68 MWh energie ročne. Týmito parametrami sa systém kvalifikuje na dotáciu vo výške 100 000 Kč.. Vo výpočtoch som počítal aj s postupnou degradáciou výkonu sústavy, ktoré som stanovil podľa popisu v kapitole 2.1.1 na 0,3% ročne. Revízia prebieha v predpísaných intervaloch[6] a zákazníka stojí každá 2000 Kč. Vzhľadom na obvyklú životnosť

[6] Pre FVE sú revízie povinné podla normy ČSN 33 1500 1x za 4 roky.

striedačov 7-11 rokov a záruku na panely 20 rokov bol stanovený horizont investície na 22 rokov. Navyše, po tejto dobe sa už obyčajne výkonnosť súčasných panelov značne znižuje.

Komponent	**Cena (Kč)**	**Množstvo**	**Celková cena (Kč)**
FV panel 280 Wp	5 000	12	60 000
Menič/ striedač Fronius	60 000	1	60 000
Batéria, relé, vodiče, nadstavce spolu	155000	1	155 000
Montáž	15000	1	15 000
Dotácia	(-) 100 000	1	- 100000
Spolu			**650 357**

Tabuľka 5: Štruktúra vstupnej investície do fotovoltaického systému. Vlastné spracovanie. Zdroj: bydlimesfilipem.cz, revamont.cz.

Porovnám variantu financovania zo 100% vlastných zdrojov a tiež variantu s úverom na 68% počiatočnej investície. Vlastný kapitál investora je potrebné oceniť zohľadnením časovej hodnoty peňazí:

- infláciu (všeobecný nárast cien ekonomických statkov, čo má za následok zníženie kúpnej sily), ktorá bola v ČR v roku 2019 2,8%
- diskontnú sadzbu (náklady príležitosti); pre domácnosti budeme pri našom horizonte 22 rokov uvažovať dlhodobo dosiahnuteľný reálny výnos (očistený o vyššie spomenutú infláciu) na finančnom trhu vo výške 4,2%.

V prípade využitia úveru určím diskont pomocou WACC - váženej priemernej ceny kapitálu. [3]. Vzorec je:

$$WACC = \left(\frac{CK}{K}\right) \cdot n_{CK} \cdot (1-d) + \left(\frac{VK}{K}\right) \cdot n_{VK(Z)}$$

pričom

Nck sú náklady na cudzí kapitál (úrok, v našom prípade 3,62%[7]),

[7] V prípade pôžičky cez Zonky vo výške 130 000, mesačná splátka 1754 Kč po dobu 7 rokov, plus jednorazový poplatok za spracovanie 2% z výšky pôžičky.

t je sadzba dane z príjmov právnických osôb (t.j. v našom prípade 0),
CK je cudzí kapitál (dlh),
K je celkový kapitál,
Nvk sú náklady na vlastný kapitál (v našom prípade vyššie uvedené 4%),
VK je vlastný kapitál.

príjmy	**výdaje**
úspora pri spotrebe energie z FVE	nákup systému
výplata za predaj elektriny do siete	výmena striedača
dotácia z programu Nová zelená úsporám	pravidelné revízie

Tabuľka 6: Položky cashflow v modeli. Vlastné spracovanie.

4.2 Finančné ukazatele

Jednoduchá doba návratnosti je atraktívnym výpočtom, pretože výpočet je jednoduchý a ľahko zrozumiteľný. Investori môžu posúdiť, ako rýchlo sa môže investícia vrátiť (čím menšia je jednoduchá návratnosť, tým výhodnejší projekt je) a či sa táto investícia vôbec splatí v očakávanej dobe trvania projektu. Avšak, táto metóda ignoruje niekoľko dôležitých faktorov ako časová hodnota peňazí či náklady príležitosti. [3] Vzorec je:

$$Návratnosť\ [roky] = \frac{celkové\ náklady\ [Kč]}{priemerné\ ročné\ výnosy\ [Kč]}$$

NPV (čistá súčasná hodnota) je diskontovaný súčet cashflows počas doby životnosti projektu. Metóda je vhodná pri napríklad pri posudzovaní výhodnosti viacerých investičných alternatív. [3]. Vzorec je:

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

pričom:

CFt…peňažné toky v jednotlivých rokoch, (viď príloha 1),

n…doba životnosti projektu (v tomto modeli 22 rokov).

r…diskontná úroková miera (v tomto modeli WACC, prípadne diskont vlastného kapitálu).

NPV sa dá v modeli zistiť buď ako hodnota kumulovaného diskontovaného cashflow v roku 22 alebo cez zabudovanú funkciu "NPV" v Exceli.

IRR, teda vnútorné výnosové percento, je v podstate medzná hodnota diskontu, teda keď NPV=0:

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

pričom označenia premenných platia zo vzorca na NPV vyššie. Pre zvolenie danej investície požadujeme, aby IRR bolo vyššie ako minimálne zhodnotenie kapitálu stanovené investorom, čo je v našom prípade diskont vlastného kapitálu alebo WACC v prípade úveru.

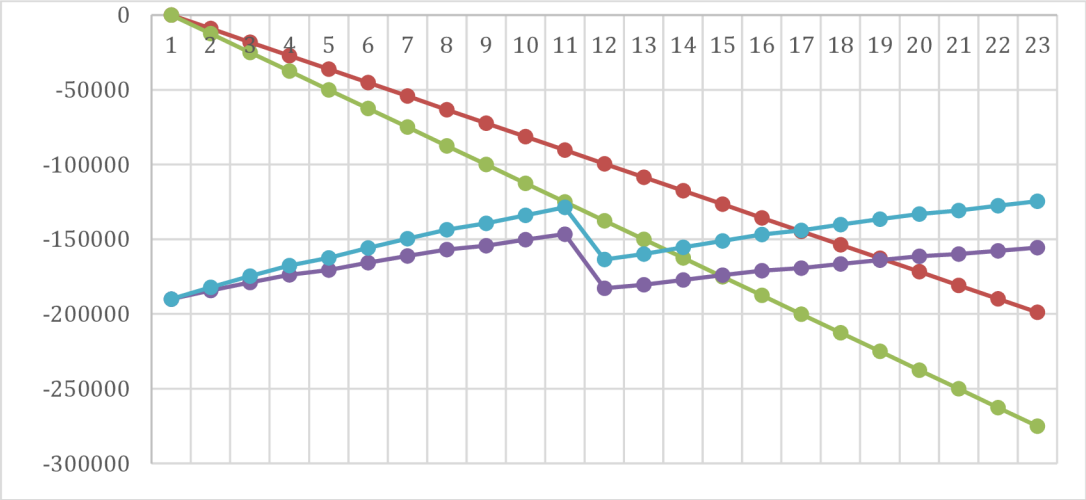
4.3 Výstup

Výsledky výpočtov môjho modelu som pre prehľadnosť usporiadal do Tabuľky 3. Potvrdil sa logický predpoklad (viď cashflow v prílohe 1), že čím väčší podiel spotreby si dokážem sám vyrobiť, tým výhodnejší bol pre mňa "prechod" na výrobu od drahšieho dodávateľa, keďže šetrím na každom kWh viac. Vidieť, že variant s úverom je vďaka obdobnej cene kapitálu (WACC 3,81% vs diskont vl. kapitálu 4,2%) nepatrne lacnejší[8], úver navyše zvyšuje dostupnosť počiatočnej investície. Jednoduchá návratnosť je až 43, resp. 63 rokov, komplexnejšie ukazatele ako vnútorné výnosové percento a NPV sú hlboko záporné (viď Tab. 7), a teda naznačujú, že je investícia nevýhodná. Avšak graf č. 8 ukazuje, že v 14, resp. 15. roku sa investícia začne vyplácať oproti drahšiemu odberu bez fotovoltaiky od E-On a v 17, resp. 19. roku aj od Eneky. V spomenutých horizontoch sa totiž pretína kumulovaný diskontovaný finančný tok variánt s FVE a bez. Najmä v prípade Eneky treba mať však na mysli, že záruka panelu sa chýli ku koncu a je možné, že bude treba opäť meniť striedač.

[8] spôsobené relatívne vysoko nastaveným diskontom vl. kapitálu, takže by bolo v tomto prípade ešte výhodnejšie zobrať si úver na celú počiatočnú investíciu

Dodávateľ	Eneka		E-On	
Varianta	100% vl. kapitál	Úver 68%	100% vl. kapitál	Úver 68%
Návratnosť (roky)	43		63	
IRR %	-12,35	-12,02	-9,04	-8,69
NPV Kč	-156 529	-155 517	-126 695	-124 573

Tab. 7: Prehľad výsledkov. Vlastné spracovanie.



Graf 8: Porovnanie kumulatívneho cash flow variánt s FVE (fialová Eneka, modrá E-On) a bez FVE (zelená E-On, červená Eneka. Z dôvodu miniatúrnych odchýliek je vykreslený iba graf varianty s úverom. Vlastné spracovanie.

5. Zhrnutie a záver

V tejto bakalárskej práci bolo cieľom preskúmať z finančného,a čiastočne aj legislatívneho a technického hľadiska možné alternatívy pre českú domácnosť žijúcu v Juhomoravskom kraji v oblasti obnoviteľných zdrojov energie. Vzhľadom na popularitu a dostupnosť jednotlivých riešení som sa primárne zameral na solárne články, sekundárne potom na malé veterné a vodné elektrárne. Model počítal s umiestnením v Brne a využitím dotácie z programu Nová zelená úsporám vo výške 100 000Kč. Lítiové batérie umožňujú čiastočne nahradiť prirodzený denný-nočný rozdiel spotreby a výroby elektriny, otázkou je, či akumulácia elektriny do veľmi neekologických batérií dáva zmysel aj z enviromentálneho pohľadu.

Z výpočtov vyplýva, že inštaláciu podobného solárneho zariadenia je možné odporučiť hlavne oproti najvačším, drahším poskytovateľom energie, a ktorej neprekáža, že investícia sa začne vracať až v druhej dekáde využívania systému. Do úvahy tiež treba brať fakt, že dotáciu je možné získať len pri inštalácii na rodinný dom a nevzťahuje sa na rekreačné chaty či chalupy. V súčasnosti sa tiež neoplatí predávať elektrinu vyrobenú v domácej solárnej elektrárni do distribučnej siete. Výkupné ceny sú totiž tak nízke (cca 0,3 kČ za kWh), že na ekonomiku prevádzky domáce solárne elektrárne majú minimálny vplyv. Každopádne, vstupy do môjho modelu sa dajú upravovať a bolo by zaujímavé pozorovať, ako budú výsledky na tieto úpravy reagovať.

Využitie mikrozdrojov v podobe veternej či vodnej elektrárne je oproti solárnym panelom značne obmedzené. Štát na tieto zdroje neponúka plošné dotácie, a nepriaznivé prírodné podmienky v Jihomoravskom kraji (letné suchá a nedostatočné vetry) robia z týchto alternatív všeobecne menej rentabilnú investíciu. Ako sa ukázalo v príkladoch (kap. 2.2.2), veterná elektráreň by pravdepodobne dávala zmysel iba v lokalitách s výrazne nadpriemernou rýchlosťou vetra v rámci ČR a s využitím ohrevu vody z tohto systému. Výstavbu malej vodnej elektrárne pre potreby domácnosti možné doporučujem zvážiť v prípade, že sa plánuje využívanie domu postupne viacerými generáciami a využije sa tak jej veľmi dlhá životnosť. Predpokladom však ostáva dostatočný vodný tok.

S nárastom využívania mikrozdrojov sú spojené aj decentralizácia a smart grids. Tieto trendy budú vyžadovať nemalé počiatočné investície od štátu, ale výhody ako zefektívnenie distribúcie či zmiernenie znečistenia ovzdušia sú nesporné. Nástup smart grid technológií je však hlavne kvôli chýbajúcej infraštruktúre zatiaľ veľmi pozvoľný.

Takisto som považoval za prínosné pokúsiť sa zmapovať trendy a výhľady do budúcna obnoviteľných zdrojov energie aj v celoštátnom merítku. Nárast popularity elektromobility či celoeurópske ciele znižovania emisií zvyšovaním podielu obnoviteľných zdrojov na výrobe či spotrebe elektriny, pod ktoré sa ČR podpísala, pochopiteľne favorizujú tieto zdroje. Avšak, pre splnenie týchto odvážnych cieľov je potrebná rozsiahla investícia do distribučnej siete, adaptácia na rapídne sa meniace klimatické podmienky a v neposlednom rade tiež spoločenskej a politickej súčinnosti.

6. Zoznam použitých zdrojov

Bibliografické

[1]BEDNÁŘ, Josef. Turbíny: malé vodní elektrárny. Češkovice, 2013. ISBN 978-80-905437-0-6 2013. ISBN 978-80-905437-0-6.

[2] DOLEŽALOVÁ, Helena. Právní úprava podpory využívání energie z obnovitelných zdrojů. In Obnovitelné zdroje energie. Praha: Profi Press, 2012. s. 202-204, 3 s. ISBN 978-80-86726-48-9.

[3]KALOUDA, František. Finanční analýza a řízení podniku. 3. rozšírené vydanie. Plzeň, 2017. 328 s. ISBN: 978-80-7380-646-0

[4] Kolektiv autorů. Trh s elektřinou: úvod do liberalizované energetiky. Druhé aktualizované vydanie. Praha, 2016. ISBN 978-80-260-9212-4

[5] LIBRA, Martin a Vladislav POULEK. Fotovoltaika : teorie i praxe využití solární energie. 2., dopl. vyd. Praha: Ilsa, 2010. 165 s. ISBN 9788090431157.

[6] PLOUTZ, Paul. Global Warming: Handbook of Ecological Issues. Xilbris, 2012, 394 s. ISBN 978-14-568-8889-3

[7] Praha: Asociace energetických manažerů, 2016, 548 s. ISBN 978-80-260-9212-4

[8] QUASCHING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. Grada, 2010, 296 s. ISBN 978-80-247-3250

[9] Renewable energy and the public : from NIMBY to participation. Edited by Patrick Devine-Wright. 1st pub. London: Earthscan, 2011. xxx, 336. ISBN 9781844078639.

Právne predpisy

[10] Vyhláška 16/2016 zb.. o podmínkách připojení k elektrizační soustavě

[11] Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území

[12] Zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie

[13] Zákon č. 346/2010 Sb., o daniach z príjmu

Internetové

[14] APS Physics: Bell Labs Demonstrates the First Practical Silicon Solar Cell [online]. Orig. April 25, 1954, edit. 2009. Dostupné na: https://www.aps.org/publications/apsnews/200904/physicshistory.cfm

[15] BECHNÍK, Bronislav. Recyklace fotovoltaických panelů na konci životnosti [online]. 2011. Dostupné na: http://oze.tzbinfo.cz/fotovoltaika/7868-recyklace-fotovoltaickych-panelu-na-konci-zivotnosti

[16] BOČEK, J., CIBULKA, J., KOČÍ, P., SEDLÁČEK Š.,. 2019.. Dobrodružství fotovoltaiky. Proč se ze solární naděje stala zatracovaná cesta české energetiky? iROZHLAS. [online] Dostupné na: https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/fotovoltaika-energetika-obnovitelne-zdroje_1912040600_jab?fbclid=IwAR0IJBkWx-pJXTw6qgnPRZvQXr0G-cZXueHbb0sfeLw4bnI-1CIhNwRK-20

[17] Chytrá domácnost | E.ON. [online] Available at: https://www.eon.cz/radce/chytra-domacnost

[18] E.ON: Ceník Komplet elektřina 36 Září 2019. Online, 2019. Dostupné online na: https://www.eon.cz/-a188849---pCsQ9Zvq/cenik-komplet-elektrina-ii-distribucni-uzemi-e-on-pdf

[19] Eneka: Ceník dodávky elektřiny společnosti ENEKA s. r. o. pro rok 2020 - ze sítě NN pro domácnosti na distribučním území E.on. 2019. Dostupné online na: https://www.eon.cz/-a188849---pCsQ9Zvq/cenik-komplet-elektrina-ii-distribucni-uzemi-e-on-pdf

[20] Európska komisia: European energy roadmap for 2050. 2019, NEU newsletter. Dostupné online na: http://www.newslettereuropean.eu/european-energy-roadmap-2050/

[21] Herman, Ivo: Solární energie ve veřejné dopravě | Ing. Ivo Herman, CSc. [online] Dostupné na:: http://www.herman.cz/cs/produkty/clanky-2/clanky/solarni-energie-ve-verejne-doprave/

[22] KEIM, M.,PRIMOVA, R., 2019. The Age Of Czech Solar Power: After Years Of Stagnation, Is A Rebirth Imminent? | Energy Transition. [online]. Dostupné na: <https://energytransition.org/2019/03/czech-solar-power-after-years-of-stagnation/>

[23] Macholda, F., 2016. Internetová Poradna I-EKI. [online] Mpo-efekt.cz. Dostupné na: <https://www.mpo-efekt.cz/cz/programy-podpory/efekt/i-ekis/69231>

[24] oEnergetice.cz, 2015. Investice do decentrálních zdrojů energie – 3. díl: Malá vodní elektrárna. [online] Dostupné na: https://oenergetice.cz/rychle-zpravy/investice-do-decentralnich-zdroju-energie-3-dil-mala-vodni-elektrarna

[25] Plchút, Martin: Co je Smart Grid? TZB-info. [online] 2015. Dostupné na: https://elektro.tzb-info.cz/12544-co-je-smart-grid

[26] RIEGEL, Daniela: Kam pokročilo zdanění fotovoltaických elektráren? Fučík & partneři, s.r.o. 2017. Dostupné online na: https://www.fucik.cz/publikace/kam-pokrocilo-zdaneni-fotovoltaickych-elektraren/

[27] Rodinné domy - zdroje energie. Nová zelená úsporám, Státní fond životního prostředí ČR. Aktualizované 2019. Dostupné online na: https://www.novazelenausporam.cz/nabidka-dotaci/rodinne-domy-zdroje-energie/

[28] SKLENIČKOVÁ, Inessa: Malé vodní elektrárny. Benešov, 2013. Dostupné online na: https://www.isstbn.cz/soubor/vy-32-inovace-105-pdf/

[29]Solarniexperti.cz: Jak funguje ostrovní fotovoltaický systém? 2015. Dostupné na: https://www.solarniexperti.cz/jak-funguje-ostrovni-off-grid-fotovoltaicky-system/

[30] Tisková zpráva., 2018. Na Moravě Vysychají Potoky A Klesají Podzemní Vody - Povodí Moravy. [online] Pmo.cz. Dostupné na: <http://www.pmo.cz/cz/media/tiskove-zpravy/na-morave-vysychaji-potoky-a-klesaji-podzemni-vody

[31] trideniodpadu.cz (2020). JAK SE RECYKLUJÍ SOLÁRNÍ PANELY | TŘÍDĚNÍODPADU.CZ. [online] Available at: https://www.trideniodpadu.cz/jak-se-recykluji-solarni-panely

[32] TUREK, Petr: Voda chybí. Sucho na jihu Moravy trvá už pět let. Brněnský deník, 2019. Dostupné online na: https://brnensky.denik.cz/z-regionu/voda-chybi-sucho-na-jihu-moravy-trva-uz-pet-let-20190808.html

[33] TZB-info. 2016. Možnosti Připojení Domácí Elektrárny V Roce 2016. [online] Dostupné na: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/13918-moznosti-pripojeni-domaci-elektrarny-v-roce-2016>

[34] Vinšová, Michaela: inbudovy.cz. Smart Grids jako budoucnost energetiky - 30/06/2013 - Inteligentní budovy. inbudovy.cz. [online] Dostupné na: http://inbudovy.cz/artykul/article/smart-grids-jako-budoucnost-energetiky/

[35] WILLIAMS, Martin: Smart meters not so clever about privacy, researchers find. ComputerWorld.com, 2012. Dostupné online na: https://www.computerworld.com/article/2493251/smart-meters-not-so-clever-about-privacy--researchers-find.html

Štúdie

[36]BUFKA Aleš, VEVERKOVÁ Jana:. Praha, Podíl obnovitelných zdrojů energie na hrubé konečné spotřebě energie 2010–2018. Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2019. 17 s.

[37] XU, Mia a kol.: Neighborhood Watch: Security and Privacy Analysis of Automatic Meter Reading Systems. University of South Carolina. USA, 2012. 12 s. Dostupné online na: https://cse.sc.edu/~wyxu/papers/fp023-rouf.pdf

[38] Kolektív autorov: Rozvoj obnovitelných zdrojů do roku 2030. Deloitte, 2019. 56 s. Dostupné online na:https://www2.deloitte.com/cz/cs/pages/energy-and-resources/articles/rozvoj-obnovitelnych-zdroju-do-roku-2030.html

[39] GAMZE Tanil, JUREK Petr: Policies on renewable energy at the European and national level of governance: Assessing policy adaptation in the Czech Republic. 2020, 6 s. Dostupné online na: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484719304883

[40] ŠTERBEROVÁ, Lenka: Malá větrná elektrárna feasibility study. Bakalárska práca. Praha: ČVUT, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, ústav elektroenergetiky, 2018. Vedúci: Marek Karhan.

Zoznam tabuliek

Tab.1: Podiel obnoviteľnej energie v % na spotrebe elektriny. Vlastné spracovanie.

Tab. 2: Podporované typy solárnych systémov.

Tab 3: Prehľad použitých cien elektriny. Prameň: eon.cz, eneka.cz.

Tab. 4: Spotrebiče v modelovej domácnosti. Vlastné spracovanie.

Tabuľka 5: Štruktúra vstupnej investície do fotovoltaického systému. Vlastné spracovanie. Zdroj: bydlimesfilipem.cz, revamont.cz

Tab. 6: Položky cashflow v modeli. Vlastné spracovanie.

Tab. 7: Prehľad výsledkov. Vlastné spracovanie.

Zoznam grafov

Graf 1: Podiel energie z obnoviteľných zdrojov na celkovej hrubej spotrebe štátov EÚ. Zdroj: Eurostat, 2019

Graf 2: Projekcia štruktúry inštalovaného výkonu elektrární v ČR. Zdroj: Státní energetická koncepce ČR, 2015.

Graf 3: Štruktúra obnoviteľných zdrojov v ČR a ich podiel na celkovej spotrebe. Zdroj: ERÚ, 2019

Graf 4: Priemerná denná doba slnečného svitu v roku v ČR [h]. Zdroj: ČHMÚ.

Graf 5: Dopadající solární energie během dne v různým měsících roku (prevzaté Cihelka, J.: Sluneční vytápěcí systémy. Praha : SNTL, 1984. 206 s.)

Graf 6: Výroba elektriny z fotovoltaiky v ČR počas roka 2018. Zdroj: ČEPS.

Graf 7: Teoreticky vyprodukovaná el. energia v závislosti na rýchlosti vetra . Zdroj:oze.tzb-info.cz.

Graf 8: Porovnanie kumulatívneho cash flow variánt. Vlastné spracovanie.

Zoznam obrázkov

Obr.1: Princíp fotovoltaického článku. Dostupné na: https://www.tzb-energ.cz/fotovoltaika.html

Obr. 2: Ročný úhrn globálneho slnečného žiarenia v ČR. Zdroj: IsofEnergy. Dostupné online na: http://www.isofenenergy.cz/slunecni-zareni-v-cr.aspx

Obr.3: Princíp veternej turbíny. Dostupné na: http://www.energoportal.org/obnovitelne-zdroje/energia-z-vetra

Obr. 4: Priemerná rýchlosť vetru v ČR 10 metrov nad povrchom zeme [m/s]. Zdroj: Výzkum vhodnosti lokalit v ČR z hlediska zásob větrné energie a zpracování metodiky pro posuzovací a schvalovací řízení při zavádění větrných elektráren. 2004. Ústav fyziky atmosféry AV ČR v Prahe.

Obr 5: Princíp vodnej elektrárne. Dostupné na:

https://vyroba-elektrickej-energie5.webnode.sk/vodna-elektraren-a-princip-jej-cinnosti/

Zoznam príloh

Príloha 1 - Výpočtový model vo formáte súboru BPpriloha_FrankoJ_Model.xlsx