

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomiky



Diplomová práce

**Ekonomické zhodnocení nových technologických trendů
v ČR – fotovoltaické elektrárny**

Bc. Alina Pankratova

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Alina Pankratova

Hospodářská politika a správa

Podnikání a administrativa

Název práce

Ekonomické zhodnocení nových technologických trendů v ČR – fotovoltaické elektrárny.

Název anglicky

Economic evaluation of new technological trends in the Czech Republic – photovoltaic power plants.

Cíle práce

Cílem diplomové práce je ekonomické zhodnocení významného technologického trendu – rozvoje fotovoltaiky v ČR – na příkladu výnosnosti investice do fotovoltaické elektrárny pro konkrétní rodinný dům. V kontextu s hlavním cílem budou stanoveny dílčí cíle charakterizující technologické trendy či ekonomické, energetické, environmentální ap. souvislosti včetně alternativních řešení.

Metodika

Práce je rozdělená na dvě části. První část představuje přehled řešené problematiky v potřebném kontextu (alternativní zdroje energie, historický exkurz,

typologie a uplatnění fotovoltaických elektráren v ČR (EU), právní aspekty a dotační programy.

V praktické části je charakteristika zvolené FVE na střeše rodinného domu. Základem ekonomického posouzení FVE je propočet ekonomické efektivity investice (doby návratnosti), výběr dodavatele, způsob financování, využití dotačních programů, přihlídnutí k parametrům stanoviště (RD) ap. Ekonomické zhodnocení konkrétní FVE bude doplněno srovnáním s vybranými variantami případných budoucích trendů.

Doporučený rozsah práce

50-60s.

Klíčová slova

FVE, ekonomické zhodnocení, obnovitelné zdroje energie, nové technologické trendy, efektivnost investice.

Doporučené zdroje informací

- BERANOVSKÝ, Jiří, MURTINGER, Karel a TOMĚŠ, Milan, 2007. Fotovoltaika. Elektrina ze slunce. 1.vyd. Brno: ERA, 2007. [cit.20.06.2021]. ISBN 978-80-7366-133-5
- MOTLÍK, Jan, 2007. Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice. Praha: ČEZ, 2007. [cit.20.06.2021]. ISBN 978-80-239-8823-9.
- ŘEHÁK, Jiří, BÁRTEK Jiří, BAŘINKA, Radim, 2011. Fotovoltaika a fotovoltaické systémy v podmínkách ČR a jejich navrhování [online]. [PDF]. [cit.22.06.2021]. Časopis ČEA. PDF.
- STANĚK, Kamil, 2012. Fotovoltaika pro budovy. Praha: Grada pro Katedru konstrukcí pozemních staveb Fakulty stavební Českého vysokého učení technického v Praze. ISBN 978-80-247-4278-6.
- UDAROV, Sergey, 2012. Fotovoltaické elektrárny. Vydání LAP Lambert Academic Publishing [cit.18.06.2021]. ISBN 9783-65-927-688-0.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – PEF

Vedoucí práce

prof. Ing. Miroslav Svatoš, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 9. 11. 2021

prof. Ing. Miroslav Svatoš, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 11. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 26. 02. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Ekonomické zhodnocení nových technologických trendů v ČR – fotovoltaické elektrárny" 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 neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 29.03.2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Miroslavovi Svatošovi, CSc. za cenné rady a svým rodičům za morální podporu.

Ekonomické zhodnocení nových technologických trendů v ČR – fotovoltaické elektrárny.

Abstrakt

Cílem diplomové práce je ekonomické zhodnocení významného technologického trendu – rozvoje fotovoltaiky v ČR – na příkladu výnosnosti investice do fotovoltaické elektrárny (FVE) pro konkrétní rodinný dům (RD). V kontextu s hlavním cílem budou stanoveny dílčí cíle, charakterizující technologické trendy či ekonomické, energetické, environmentální ap. souvislosti včetně alternativních řešení.

První část představuje přehled řešené problematiky v potřebném kontextu (alternativní zdroje energie, historický exkurz, typologie a uplatnění fotovoltaických elektráren v ČR (EU), právní aspekty a dotační programy).

V praktické části je charakteristika zvolené FVE na střeše rodinného domu. Základem ekonomického posouzení FVE je propočet ekonomické efektivnosti investice (doby návratnosti na základě výnosu a úspory z FVE), rentability aktiv (ROA), kde jsou použité hodnoty celkového zisku a celkových nákladů na FVE. Dílčím cílem je výběr dodavatele, způsob financování, využití dotačních programů, přihlídnutí k parametrům stanoviště (RD) ap. Ekonomické zhodnocení konkrétní FVE bude doplněno srovnáním s vybranými variantami případných budoucích trendů.

Klíčová slova: FVE, obnovitelné zdroje energie, zelená energie, nový technologický trend, rentabilita, investice, legislativa.

Economic evaluation of new technological trends in the Czech Republic - photovoltaic power plants.

Abstract

The aim of the diploma thesis is the economic evaluation of a significant technological trend - the development of photovoltaics in the Czech Republic - on the example of the profitability of investment in a photovoltaic power plant for a specific family house. In the context of the main goal, sub-goals will be set characterizing technological trends or economic, energy, environmental, etc. context, including alternative solutions.

The first part presents an overview of the issues in the necessary context (alternative energy sources, historical excursion, typology, and application of photovoltaic power plants in the Czech Republic (EU), legal aspects and subsidy programs).

In the practical part is the characteristics of the selected PV on the roof of a family house. The basis of the economic assessment of the PV plant is the calculation of the economic efficiency of the investment (return on investment), the choice of supplier, the method of financing, the use of subsidy programs, taking into account the parameters of the site (Family house), etc. The economic evaluation of a specific PV plant will be added by a comparison with selected variants of possible future trends.

Keywords: PV, renewable energy sources, green energy, new technological trend, profitability, investment, legislation.

Obsah

1 Úvod.....	13
2 Cíl práce a metodika	15
2.1 Cíl práce	15
2.2 Metodika.....	15
3 Přehled řešené problematiky.....	16
3.1 FVE jako alternativní zdroj energie	16
3.1.1 Základní druhy alternativních zdrojů energie	16
3.1.2 Historie FVE	19
3.1.3 Druhy fotovoltaických elektráren	22
3.1.3.1 Síťový FVE (on-grid) systém	22
3.1.3.2 Ostrovní FVE (off-grid) systém.....	22
3.1.3.3 Hybridní FVE systém	23
3.1.4 Komponenty pro fotovoltaické elektrárny	24
3.1.4.1 Solární panely	24
3.1.4.2 Střídače	26
3.1.4.3 Bateriové úložiště	28
3.2 Připojení FVE k distribuční soustavě.....	29
3.3 Legislativní podmínky provozování FVE v ČR.....	29
3.3.1 Legislativní podmínky provozování FVE v ČR	29
3.3.2 Legislativní podmínky provozování FVE v EU	30
3.4 Podpora FVE	31
3.4.1 Dotace pro firmy	33
3.4.2 Dotace pro domácnosti.....	34
3.5 Likvidace FV panelů po skončení doby životnosti	35
4 Vlastní práce	36
4.1 Popis objektu	36
4.1.1 Investice do FVE.....	37
4.1.2 Administrativní úkony	39
4.1.3 Odpisy FVE.....	40
4.1.4 Odhad výroby elektrické energie pomocí softwaru	40
4.2 Vyhodnocení ročního provozu	41
4.2.1 Pokles výkonu panelu a jeho vlivu na výrobu energie.....	43
4.2.2 Výpočet doby návratnosti a zisku	45
4.3 Rentabilita	49

4.4	Dotace NZU	50
5	Analýza výsledku a porovnání s vybranými variantami případných budoucích trendů	51
	Závěr	54
6	Seznam použitých zdrojů.....	56
7	Přílohy.....	59

Seznam obrázků

Obrázek 1	Solární elektrárna.....	16
Obrázek 2	Větrná elektrárna	17
Obrázek 3	Vodní elektrárna	18
Obrázek 4	Biopalivo	18
Obrázek 5	Edmond Becquerel	19
Obrázek 6	Vývoj OZE ve světě v letech 2020, 2025, 2030.....	21
Obrázek 7	Využití OZE v ČR v letech 2013-2020	21
Obrázek 8	On-grid systém	22
Obrázek 9	Off-grid system.....	23
Obrázek 10	Hybridní systém.....	24
Obrázek 11	Solární panely	25
Obrázek 12	Výroba monokrystalického panelu.....	26
Obrázek 13	Střídač.....	27
Obrázek 14	Baterie.....	28
Obrázek 15	Výkupní ceny elektřiny a roční zelený bonus do roku 2013	33
Obrázek 16	Roční výkon FVE odhadnutý pomocí softwaru PVGIS.....	41
Obrázek 17	Cíle podílu OZE do roku 2050	52
Obrázek 18	Využití klasických zdrojů energie v letech 2013-2020	53

Seznam tabulek

Tabulka 1	Vývoj instalovaného výkonu FVE v letech 2006-2012.....	31
Tabulka 2	Výkupní ceny elektřiny po a před rokem 2006.....	32
Tabulka 3	Přehled komponentu FVE u zkoumaného RD.....	37

Tabulka 4 Nabídky FVE od ČEZ Solární s.r.o., S-Power,s.r.o. a Pražská energetika, a.s.	38
Tabulka 5 Roční provoz zkoumané FVE v Ústí nad Labem	42
Tabulka 6 Výnosy z FVE za jeden rok při průměrné ceně 4,98 Kč/kWh, a odkupní ceně 0,6 Kč/kWh	43
Tabulka 8 Využitelná produkce FVE s rovnoměrných snížení výkonu FV panelů, a výše úspor po dobu 25 let.....	46
Tabulka 9 Výnosy a úspory z FVE za 25 let při ceně za elektrickou energii 4,98 Kč/kWh	47
Tabulka 10 Výnosy a úspory z FVE za 25 let při ceně za elektrickou energii 7,5 a 10 Kč/kWh	48

Seznam příloh

Příloha 1 Žádost o připojení elektrického zařízení	59
Příloha 2 Žádost o dotace NZÚ.....	61
Příloha 3 Technický list panelů.....	64

Seznam použitých zkratk

DS distribuční síť

W základní jednotka energie

V jednotka napětí

ERU energetický regulační úřad

EU Evropská unie

FO fyzická osoba

FVE fotovoltaická elektrárna

GW jednotka výkonu. 1 GW je 1000 MW

KW jednotka výkonu. 1 KW je 1000 W

MW jednotka výkonu. 1 MW je 1000 KW

NZÚ Nová zelená úsporám

Off-grid fotovoltaické elektrárny fungující s baterií k ukládání energie

On-grid fotovoltaické elektrárny fungující bez baterií a slouží k odběru elektrické energií ze sítě

OPPIK Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost

OPTAK Operační program Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost

OTE organizace, obchodující s komodity

OZE obnovitelné zdroje energie

PO právnická osoba

PVGIS Photovoltaic Geographical Information System

RD rodinný dům

ROA rentabilita aktiv

1 Úvod

Ochrana zdrojů je globálním problémem lidstva spojeným především s omezenou povahou nejdůležitějších organických a nerostných zdrojů planety. Vědci varují před možným vyčerpáním známých a využitelných zásob ropy a plynu, a také před vyčerpáním dalších kritických zdrojů: železné a měděné rudy, niklu, hliníku, chromu atd. Ropa a plyn se staly hlavními zdroji energie a zároveň důležitými surovinami. Tyto okolnosti vysvětlují stále se zvyšující těžbu ropných a plynových polí.

Před lidstvem vyvstala otázka: na jak dlouho mu budou stačit potřebné přírodní zdroje? Doba, kdy se zdálo, že zdroje Země jsou nevyčerpatelné je pryč. Samozřejmě je příliš brzy mluvit o úplném vyčerpání zdrojů, ale to je malá útěcha. Samotné dělení přírodních zdrojů na nevyčerpatelné a vyčerpatelné je stále více podmíněné. Již nyní přemýšlíme o možnosti vyčerpání zásob vzdušného kyslíku a v budoucnu může vyvstat stejná otázka i o zdrojích sluneční energie, byť se nám zatím její tok zdá prakticky nevyčerpatelný.

Při posuzování jejich zásob je důležité rozlišovat dvě velké skupiny zdrojů – neobnovitelné a obnovitelné. První z nich se prakticky nedoplňují a jejich počet se s používáním neustále snižuje. To zahrnuje nerostné zdroje i zdroje půdy. Obnovitelné zdroje jsou buď schopné sebereprodukce (biologické), nebo jsou na Zemi nepřetržitě dodávány zvenčí (solární energie).

V souladu s rezolucí č. 33/148 Valného shromáždění OSN (1978) mezi alternativní zdroje energie patří: sluneční, větrná, geotermální energie, energie mořských vln, přílivu a odlivu a oceánu, energie biomasy, vodní energie velkých a malých vodních toků

Solární energie je široce dostupná a šetrná k životnímu prostředí. Dnes se solární technologie používá k výrobě tepla, elektřiny, světla, a to jak pro domácí spotřebitele, tak i pro podniky. Klasické zdroje energie, jako jsou zemní plyn, uhlí a ropa jsou vyčerpatelné a jsou škodlivé ve vztahu k životnímu prostředí, proto se stalo nutností investovat do obnovitelných zdrojů energie. Energetický potenciál slunce je obrovský, ale získání solární energie je v současné době problém kvůli omezené účinnosti solárních panelů. Účinnost většiny solárních panelů se pohybuje kolem 10–15 %. Doposud je nejlépe dosažená míra konverze slunečního záření kolem 21,5 % [1] a stále existuje obrovský prostor pro zlepšení.

Světová fotovoltaická energie se rychle rozvíjí. V roce 2018 přesáhl celkový instalovaný výkon solárních fotovoltaických elektráren ve světě 500 GW a roční nárůst výkonu dosáhl přibližně 100 GW / rok. Tento rychlý růst je z velké části způsoben vládní podporou solární energie, ale především – výrazné snížení nákladů na fotovoltaické komponenty. Od začátku nového století

se tržní hodnota nejběžnějších fotovoltaických modulů snížila na 20–30 % a nadále klesá. Tak solární elektrárny se stali prioritním směrem pro rozvoj v Evropě a v řadě dalších zemí: využívání malých fotovoltaických zařízení přímo od spotřebitele energie s možností vlastní spotřeby vyrobené elektřiny, prodej přebytečné elektřiny do sítě a nákup chybějící energie ze sítě ve vhodných časových obdobích.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce je ekonomické zhodnocení významného technologického trendu – rozvoje fotovoltaiky v ČR – na příkladu výnosnosti investice do fotovoltaické elektrárny pro konkrétní rodinný dům. Pro zhodnocení investic jsou stanovené cíle, např. propočet ukazatelů rentability a doba návratnosti. Na základě vypočítaných hodnot lze stanovit, zda se vyplatí investovat do FVE a jaká je doba návratnosti investice. Jako dílčí cíle jsou stanoveny výběr vhodného dodavatele, podání žádost o dotace a její vliv na dobu návratnosti investic.

2.2 Metodika

Práce je rozdělena do dvou částí. První část je teoretická, představující přehled o alternativních zdrojích energie. V této části práce jsou popsány základní druhy alternativních zdrojů energie, historie vývoje FVE, využití OZE v ČR a ve světě, druhy fotovoltaických elektráren. Dále teoretická část obsahuje administrativní stránku připojení fotovoltaické elektrárny, posouzení FVE z pohledu práva Evropské Unie a České republiky. Také jsou v teoretické části popsány státní dotační programy na zřízení fotovoltaické elektrárny pro rodinné domy s názvem „Nová zelená úsporám“ a státní dotační programy pro větší elektrárny.

V praktické části je vybraná FVE na střeše rodinného domu, který je novostavbou, proto hodnoty ročního provozu FVE jsou nasimulované pomocí aplikace PVGIS. Nejprve je popsán zkoumaný objekt a jsou ukázané nabídky od různých firem poskytujících instalaci FVE. Na základě nabídek je vybraná firma ČEZ Solární, s.r.o., a to na základě lepších parametrů bateriového systému. Následně je stanovena výše investice a způsob financování FVE. Dále na základě naměřených hodnot je stanovena doba návratnosti investic. Vzhledem k současné situaci a rychle rostoucím cenám za komodity, jsou navrženy dvě možné budoucí ceny na elektrickou energii. Toto navržení jasně ukazuje, jak cena ovlivňuje dobu návratnosti investice a rentabilitu FVE. Následně pomocí výše výnosu investice a celkových nákladů na elektrárnu, je stanovena rentabilita FVE. Také pro lepší přehled ovlivnění cenou, jsou použity i předpokládané ceny za elektrickou energii.

Jako poslední krok je podána žádost o dotace programu NZÚ. Po její přidělení je propočtená doba návratnosti a rentability s ohledem na dosaženou částku. V poslední kapitole jsou zhodnoceny dosažené výsledky.

3 Přehled řešené problematiky

3.1 FVE jako alternativní zdroj energie

V souvislosti s rozvojem výrobních technologií a výrazným zhoršením environmentální situace v mnoha regionech světa, čelí lidstvo problému hledání nových zdrojů energie. Na jedné straně by množství vyrobené energie mělo být dostatečné pro rozvoj výroby, vědy a veřejných služeb, na druhé straně by výroba energie neměla nepříznivě ovlivňovat životní prostředí.

Tato formulace otázky vedla k hledání tzv. Alternativních zdrojů energie – zdrojů, které splňují výše uvedené požadavky. Díky úsilí světové vědy bylo objeveno mnoho zdrojů alternativní energie, v současné době je většina z nich již více méně používána. Mezi takové zdroje patří i fotovoltaická elektrárna.

3.1.1 Základní druhy alternativních zdrojů energie

Solární elektrárna. Solární elektrárny se aktivně používají ve více než 80 zemích. Nejběžnější stanice využívají fotovoltaické převaděče kombinované do solárních panelů. Většina z největších světových fotovoltaických zařízení se nachází ve Spojených státech. V České republice se nachází 41 634 fotovoltaických elektráren s celkovým výkonem 2 226,8 MWp (Solární asociace, 2021).

Obrázek 1 Solární elektrárna



Zdroj: Solární asociace, 2021.

Větrná elektrárna. Větrné elektrárny (větrné farmy) jsou široce používány v USA, Číně, Indii a také v některých západoevropských zemích (například v Dánsku, kde se tímto způsobem vyrábí 25% veškeré elektřiny). Větrná energie je velmi slibným zdrojem alternativní energie; v současné době mnoho zemí významně rozšiřuje využívání elektráren tohoto typu. Co se týče České republiky, instalovaná kapacita větrných elektráren dosáhla ke dni 31.12.2020 340 MW a celková výroba činila 699 GWh (ERU,2020).

Obrázek 2 Větrná elektrárna

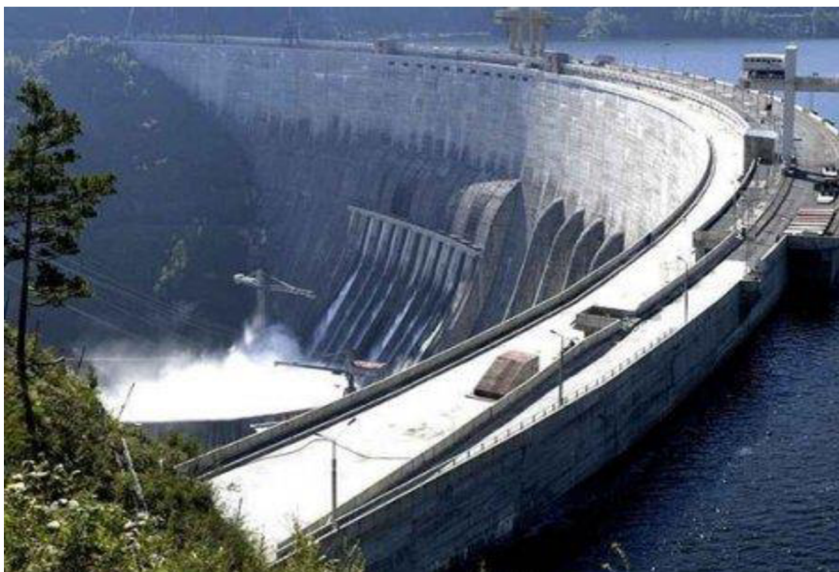


Zdroj: DELOITTE, 2019

Vodní elektrárna. Pohybující se tok vody jako alternativní zdroj energie se používá v několika typech generátorů. Některé z nich jsou instalovány na řekách a fungují díky přirozenému toku (mini-vodní elektrárna), jiné jsou „vyladěny“ pro práci s přílivy oceánu nebo moře, třetí – využívají „pěnu na hřebenu vln“, tj. práce s energií z mořských vln.

Třetí typ vodních elektráren, pracujících s energií z mořských vln, je stále v procesu testování, ale první dva typy elektráren již dávno prošly testovací fází a fungují. Výhodou vodní energie je její šetrnost k životnímu prostředí, nevýhodou jsou vysoké náklady na zařízení a omezený počet možných míst instalace a zaplavení velké oblasti (Vobořil, 2016). Na území ČR je provozovatelem vodních elektráren společnost ČEZ, a. s. V roce 2019 celková výroba elektrické energie z vodních elektráren činila 89,988 GWh.

Obrázek 3 Vodní elektrárna



Zdroj: DELOITTE, 2019

Biopalivo. Hlavní výhodou tohoto zdroje energie oproti jiným druhům paliva je jeho šetrnost k životnímu prostředí a obnovitelnost. Ne všechny druhy biopaliv patří k alternativním zdrojům energie. Tradiční palivové dřevo je také biopalivo, ale není alternativním zdrojem energie.

Alternativní biopaliva jsou pevná (rašelina, dřevozpracující a zemědělský odpad), kapalná (bionafta a olej z biomasy, stejně jako methanol, ethanol, butanol) a plynná (vodík, metan, bioplyn) (Motlík ,2007).

Obrázek 4 Biopalivo



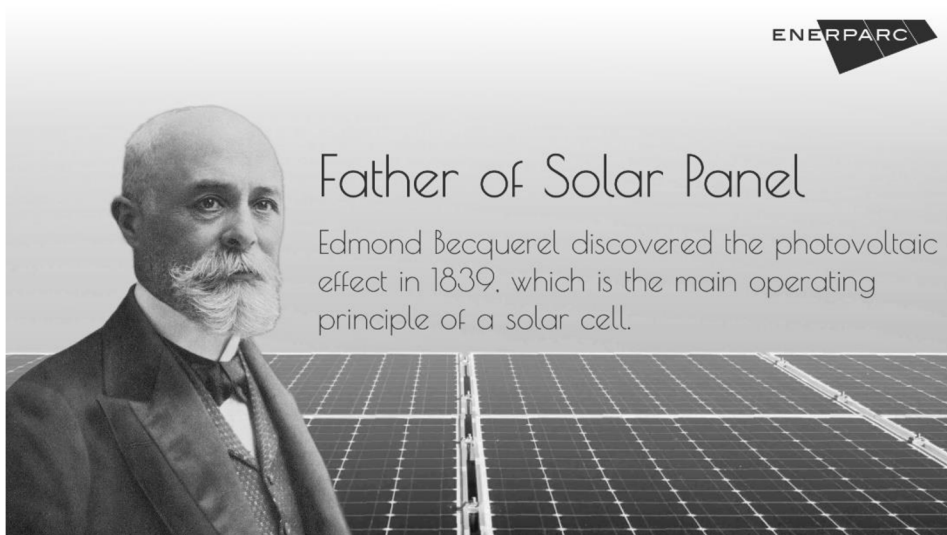
Zdroj: Motlík ,2007

3.1.2 Historie FVE

Fotovoltaický průmysl stále vypadá jako průlom v posledním desetiletí pro většinu lidí. Samotná myšlenka a začátek vývoje solární energie sahá téměř až do dvousetleté historie.

Rok 1839. V roce 1839 francouzský vědec Edmond Becquerel začal experimentovat s elektrolytickými články, které při vystavení slunečnímu záření generují elektřinu, přičemž použití čoček a zrcadel k zaostření slunečních paprsků například pro ohřívání vody se využíval již od starověku. Becquerelovi bylo pouhých 19 let, když vytvořil buňku na bázi chloridu stříbrného a kyselého roztoku, která vyrábí elektřinu pod vlivem slunečního světla. (Pickerel, 2018).

Obrázek 5 Edmond Becquerel



Zdroj: Enerparc Energy, 2019.

Rok 1905. Nadaná a zvědavá mysl Alberta Einsteina konečně teoreticky zdůvodňuje výskyt fotoelektrického jevu. Einstein ve svém článku vysvětluje, že světlo obsahuje balíčky energie, které nazval „světelná kvanta“. Dnes to nazýváme „kvantové“ fotony. Einsteinova teorie pomohla vysvětlit, jak mohou fotony generovat elektřinu. V roce 1921 obdržel Nobelovu cenu za „příspěvky k teoretické fyzice, zejména za objev zákona fotoelektrického jevu“ (Pickerel, 2018).

Rok 1963. Výzkumné laboratoře po celém světě nadále zlepšují účinnost fotovoltaických článků, ale komercializace je velmi pomalá. V roce 1963 však společnost Sharp úspěšně zahajuje průmyslovou výrobu solárních panelů, což rozšiřuje dostupnost solárních panelů nejen pro vesmírné použití, ale i pro běžného spotřebitele (Bechnik, 2014).

Rok 1980. ARCO Solar se stává první společností, která vyrábí 1 MW solárních panelů ročně. O dva roky později v Kalifornii společnost dokončila první projekt solární energie o výkonu 1 MW. Později, po sérii fúzí a akvizic, se ARCO stává SolarWorld Corporation (Bechnik, 2014).

Rok 2000. Výroba elektrické energie ze všech solárních elektráren na světě přesahuje 1 GW. Pouze USA již v roce 2008 dosáhly 1 GW a v roce 2015 překročily 25 GW. Společnost First Solar otevírá největší továrnu na výrobu solárních článků na světě s kapacitou 100 MW ročně (Řehák, Bártek, Bařinka, 2020).

Rok 2006. Ve snaze zvýšit konkurenceschopnost ve výrobě solární energie, ministerstvo energetiky stanovilo od roku 2006 tzv. „zelenou sazbu“ pro energii vyrobenou a dodanou do distribuční sítě. Tento zelený bonus činil v roce 2006 v České republice 14 330 Kč/MWh. Tato částka je nejvyšší od zavedení bonusu. V dalších letech došlo k výraznému poklesu zeleného bonusu a v roce 2013 činil pouze 1 880 Kč/MWh. V současné době zelený bonus zůstává ve výši 1 955 Kč/MWh. (TZB info, 2020).

Rok 2015. Trh pro FVE ve Spojených státech dosahuje roční výroby elektrické energie 2 GW. Celkový trh s elektrickou energií vyrobenou solárními elektrárnami přesahuje 20 GW. Google uvádí na trh Project Sunroof, který využívá satelitní snímky k analýze a rozhodování o umístění solárních panelů na střechách. V České republice od roku 2010 do roku 2018 výroba elektřiny z fotovoltaických elektráren činila 8,49 GW. (ERÚ, 2020).

Rok 2017. Cena solárních panelů klesá na historické minimum. Celkové náklady na systémy pro obytné budovy jsou sníženy na 2,8 USD za kWh. V letech 2010 až 2019 došlo i na území České republiky k výraznému poklesu cen na FV komponenty. Tento pokles souvisí s rozvojem dané oblasti a vytvářením nových technologií, například byly zavedeny solární tašky nebo púlené články. Kromě značného rozvoje technologií došlo i k růstu spolehlivosti a účinnosti systému. (Březinová, 2020).

V současné době je v platnosti rozhodnutí, které stanovuje navýšení podílu obnovitelných zdrojů energie na 23,8 %, a to až do roku 2030.

Obrázek 6 Vývoj OZE ve světě v letech 2020, 2025, 2030

	2020	2025	2030
Fotovoltaické elektrárny	2 158,0	5 112,5	9 000,0
Větrné elektrárny	319,8	585,4	1 400,0
Vodní elektrárny	1 091,9	1 100,4	1 100,4
Bioplynové stanice - Energetika	392,7	362,8	224,2
Bioplynové stanice - KVET	0,0	0,0	0,0
Biomasa	438,0	438,0	438,0
Biomasa	43,6	51,8	70,2
Biologicky roz. část TKO	35,4	110,7	120,8
Geotermální elektrárny	9,0	9,0	23,9
Celkem	4 488,3	7 770,6	12 377,6

Zdroj: NKEP, 2020

Z tabulky je vidět, že nejvyšší nárůst OZE ve světě je kladen na FVE, a to ze současných 2GWh na 9GWh. Na druhém místě jsou umístěny větrné elektrárny, následují vodní elektrárny. (Deloitte,2019).

Co se týče využití OZE v ČR, tak situace je následující:

Obrázek 7 Využití OZE v ČR v letech 2013-2020

Zdroje energie	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Obnovitelné zdroje - Celkem	5,68%	10,95%	11,77%	10,11%	7,60%	6,17%	3,90%	6,75%
- Sluneční	1,96%	2,63%	2,88%	2,77%	2,14%	2,07%	1,66%	2,27%
- Větrné	0,47%	0,57%	0,71%	0,63%	0,45%	0,22%	0,00%	0,43%
- Vodní	1,93%	2,56%	2,67%	1,15%	1,43%	0,77%	0,44%	0,65%
- Geotermální	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
- Biomasa	1,33%	2,19%	2,34%	5,57%	3,58%	3,11%	1,81%	3,40%
- Ostatní	0,00%	2,99%	3,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Zdroj: OTE.cz, 2020

Je vidět, že v České republice jsou obnovitelné zdroje na úrovni 6,75 % pro rok 2020. Nejvíce používán OZE je biomasa 3,40 %, následně sluneční 2,27 %, pak vodní 0,43 %. S ohledem na to, že do roku 2030 by mělo být pokrytí FVE na úrovni 23,8 %, je potřeba zahájit sadu stimulů, jako jsou například vyšší odkupní ceny za vyrobenou a dodanou elektřinu do DS.

3.1.3 Druhy fotovoltaických elektráren

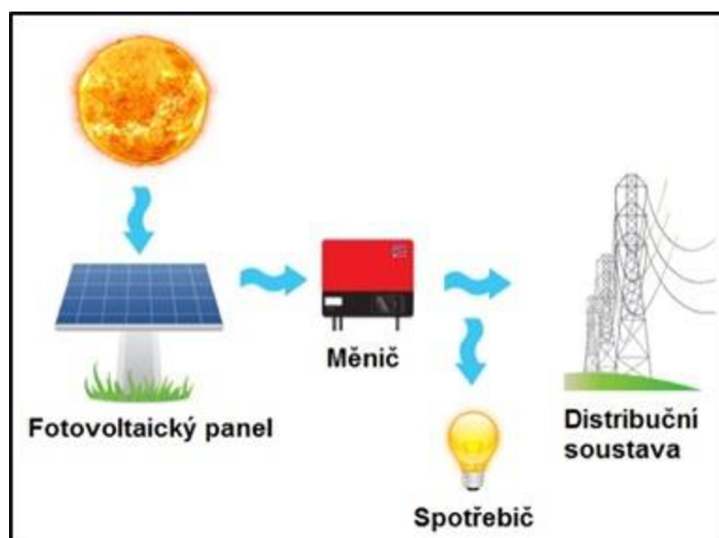
Fotovoltaické elektrárny se rozdělují na tři základních druhy, a to s připojením na síť (on-grid), na ostrovní FVE systém (off-grid), a na souběžný provoz ostrovního systému a sítě (hybridní).

3.1.3.1 Síťový FVE (on-grid) systém

Síťové fotovoltaické elektrárny neboli On-grid systém, fungují bez baterií a slouží k odběru elektrické energie ze sítě. Tento systém lze použít pouze v případě, pokud energie, vyrobená z FVE nebude stačit pro pokrytí potřeb domácnosti, a její odběr povolí distributor na základě žádosti o připojení. Princip fungování je jednoduchý: vyrobená elektrická energie jde přes rozvaděč, kde v případě zapnutých elektrických spotřebičů je rovnou spotřebována, zbytek nedostačující energie systém čerpá z distribučních sítí. Funguje to i naopak: v případě přebytku elektrické energie, tato energie přetéká do distribuční soustavy (Staněk, 2012).

Pokud je například výkon ze slunce 10 kW a spotřeba je 15 kW, odebírá se z distribuční sítě pouze 5 kW. V noci se systém přepne do pohotovostního režimu a znovu se zapne při východu slunce. Tento typ solární elektrárny se velmi rychle vyplácí (3–5 let), nevyžaduje zvláštní údržbu a její životnost je více než 35 let. Ideální pro kanceláře a firmy s denní spotřebou.

Obrázek 8 On-grid systém



Zdroj: Staněk, 2012.

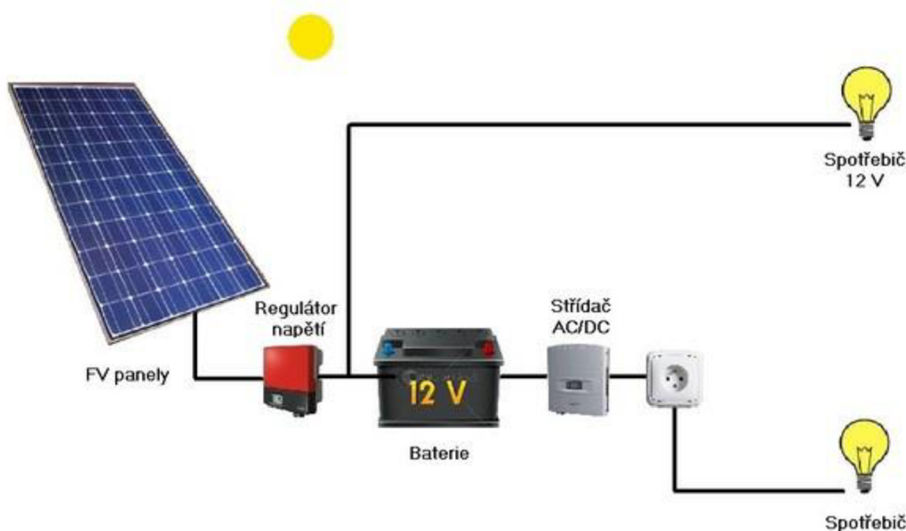
3.1.3.2 Ostrovní FVE (off-grid) systém

Ostrovní neboli autonomní solární elektrárna se používá v místech, kde není možnost se připojit k distribuční síti. Na rozdíl od síťové FVE, kde nedostatek energií dodává distributor a přebytek

se posílá do sítí, ostrovní systém obsahuje úložný prostor (baterie). Ve dnech, kdy výroba elektřiny přesahuje vlastní spotřebu, přebytky energie se ukládají do akumulátoru. To znamená, že při nedostatku sluneční energie nebo při výpadku elektřiny, systém dokáže čerpat elektřinu ze svých rezerv (Nos,2021).

Nicméně ostrovní systém má i své nevýhody, zejména vysoká pořizovací cena a komplikované zapojení. Další velkou nevýhodou je delší doba návratnosti investice. U off-grid systému doba návratnosti je 10-15 let, zatímco životnost akumulátoru a střídače je 5 let, což znamená, že to značně zvyšuje investice a dobu jejich návratnosti (Viessmann, 2021).

Obrázek 9 Off-grid system

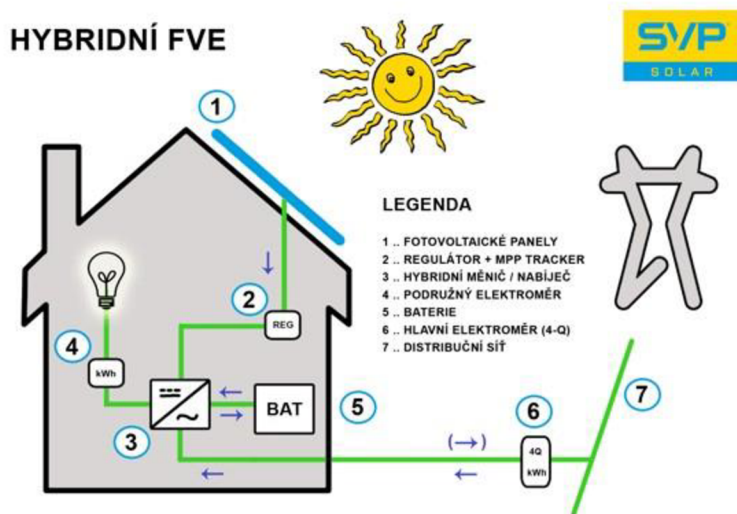


Zdroj: Viessmann, 2021

3.1.3.3 Hybridní FVE systém

Hybridní solární elektrárna je kombinovaný typ propojení on-grid a off-grid systému. Během dne je sluneční energie přeměrována do vlastní spotřeby domácnosti, což snižuje spotřebu z distribuční sítě. V noci, kdy FVE nevyrábí žádnou elektrickou energii, střídač přepne na čerpání elektrické energie z distribuční sítě. Při výpadku distribuční sítě, hybridní FVE funguje jako off-grid systém – bere energii z vlastního akumulátoru (Viessmann, 2021).

Obrázek 10 Hybridní systém



Zdroj: SVP Solár, 2021.

3.1.4 Komponenty pro fotovoltaické elektrárny

Nejtypičtější solární elektrárna se skládá ze 3 hlavních komponentů, a to jsou solární panely, měnič neboli Invertor a bateriový systém (u off-grid systému).

3.1.4.1 Solární panely

Solární panely jsou nejdůležitější součástí solární elektrárny. Hlavním úkolem solárních panelů je přeměnit sluneční energii na elektrickou energii. Solární panel se skládá z krystalických křemíkových článků, kterým se také říká solární články. Počet těchto solárních článků určuje jmenovitý výkon solárního panelu. Solární panely jsou tedy k dispozici s výkonem od 100 až do 400 W. Takže výkon solárního panelu o výkonu 300 W bude 300 W za jednu hodinu (Udarov, 2012).

Obrázek 11 Solární panely



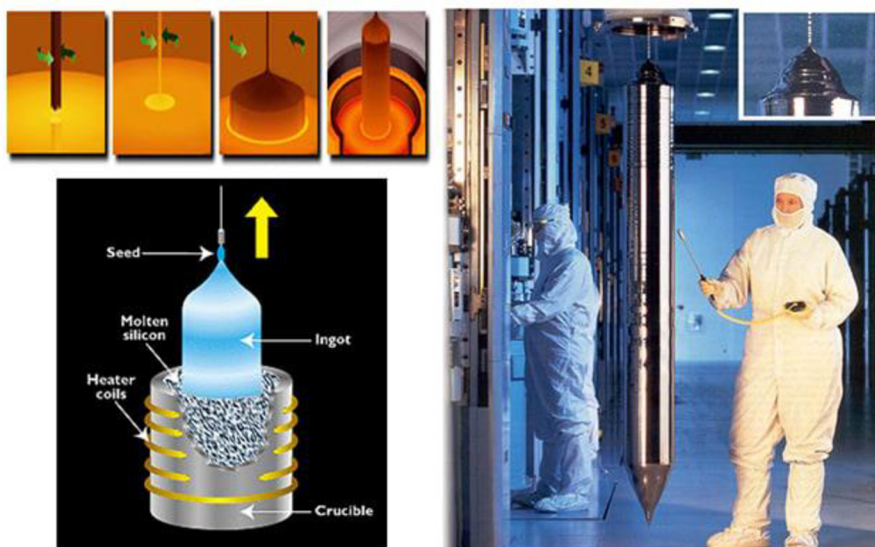
Zdroj: Solární Experti, 2019.

Výroba energie z panelu je velmi závislá na vnějších faktorech. Ve skutečnosti může panel poskytnout deklarovaný jmenovitý výkon pouze za ideálních podmínek, kdy sluneční paprsky dopadají na povrch solárního panelu ve správném úhlu. Výroba elektřiny také závisí na intenzitě samotného slunečního záření. V Česku vrchol intenzity slunečního záření připadá na květen až červenec. Za nepříznivých podmínek, jako je zataženo či déšť, se výroba energie sníží. Méně slunce znamená menší výkon celého FV systému (Solární asociace, 2021).

Kromě toho, panely se rozdělují na **monokrystalické a polykrystalické**.

První komerční **monokrystalické moduly** se objevily v padesátých letech minulého století a jsou to nejstarší a nejpokročilejší moduly na současném trhu. Jak napovídá název, solární články jsou vyrobeny z jediného krystalu čistého křemíku. Výrobci používají Czochralského metodu k postupnému růstu krystalu křemíku z taveniny. Jako „základ“ se používá malý krystal čistého křemíku. Při růstu krystalu, jeho teplota postupně klesá, čímž vzniká čistý křemíkový krystal válcového tvaru (Řehák, Bártek, Bařinka, 2011).

Obrázek 12 Výroba monokrystalického panelu



Zdroj: Solární asociace, 2021

Monokrystalické moduly se vyznačují jednotnou barvou a strukturou, což je charakteristický znak vysoce čistého křemíku.

Polykrystalické solární panely jsou vyrobeny ze solárních článků s mnoha krystalů. Místo pomalého a velmi nákladného procesu růstu jediného krystalu, výrobci jednoduše umístí základní krystal do vany s roztaveným křemíkem a nechají ho vychladnout. Následně vznikají vícesměnné krystaly, které jsou malé a je jich mnoho. Dále z těchto krystalů vyřezávají obdélníkové ingoty a poté z nich dělají desky. Odtud název – polykrystalické (nebo multikrystalické) solární články. Kvůli tomu, že jsou takové panely vyrobeny z několika krystalů, křemen v takových panelech není tak vysoce čistý jako v panelech monokrystalických. Výkon takového panelu je nižší, a proto ho na trhu najdeme za nižší ceny (Řehák, Bártek, Bařinka, 2011).

Proces výroby monokrystalických solárních článků se zcela podobá výše uvedenému procesu výroby polykrystalických článků. Na deskách se vytvoří p-n přechod, nanesou se elektrody a antireflexní vrstva (Řehák, Bártek, Bařinka, 2011).

3.1.4.2 Střídače

Alternativní zdroje energie mohou výrazně snížit náklady na dodávky energie do zařízení. Solární článek generuje stejnosměrný proud s napětím 12, 24 a 48 V. Domácí spotřebiče, nainstalované v obytných a průmyslových budovách, jsou určeny k připojení k proudu střídavému. Proto, aby se získal proud v přijatelné verzi, je nutné nainstalovat další zařízení – střídač.

Proto hlavním účelem jakéhokoli typu střídače pro solární stanice je převést stejnosměrný proud generovaný solárními panely na střídavý proud s napětím 230 V.

Střídač může být jedno-fázový anebo třífázový. Avšak většina domácností je připojena na 3f napětí (tzn. na 3 samostatné linky napětí). Dále ke každé lince napětí je samostatně připojena část domovního rozvodu. Kvůli tomuto je měření energie pro každou linku zvlášť, avšak při vystavení faktury za elektřinu, distributor sečte tyto linky dohromady (Zemková, 2020).

Obrázek 13 Střídač



Zdroj: Fronius.com, 2021.

Dále se střídače rozdělují na symetrický a asymetrický. Symetrický střídač rozděljuje energii rovnoměrně mezi tři fáze, ale asymetrický posílá energii podle potřeby spotřebiče. 3f střídač je proto lepší než jednofázový, a zároveň aby uměl asymetrii, protože pokud je vyšší spotřeba na jedné fázi než na druhé, střídač roztrídí energii více úsporně (Zemková, 2020).

Také se rozdělují na ostrovní a hybridní střídače. Ostrovní (neboli On-grid) solární střídače jsou připojeny mezi solárním článkem a síťovým napájením 220 V. Používají se pouze během dne, umožňují provozovat jednotlivé domácí spotřebiče, které jsou připojeny přímo ke střídači. Hybridní střídače se používají při provozu solárních elektráren pomocí akumulátorů. Takové modely se používají při potřebě ukládání vyrobené energie. Následně kdy slunce nesvítí, uloženou energii lze použít pro spotřebu domácnosti.

3.1.4.3 Bateriové úložiště

Baterie je základním prvkem FVE a je přenosným zdrojem elektřiny, který funguje tak, že přeměňuje energii z chemické reakce na elektrickou energii. Obecně má každá baterie tři hlavní prvky: elektrody (katoda a anoda), elektrolyt a separátor.

Obrázek 14 Baterie



Zdroj: Pylontech.com, 2021.

Charakteristiky a požadavky na baterie jsou určeny na základě charakteristik provozu samotné solární elektrárny. Takové akumulátory musí:

- být navrženy pro velký počet cyklů nabíjení
- mít vybití bez výrazné ztráty kapacity
- mít nízké samovybíjení
- udržovat výkon při nízkých a vysokých teplotách

Za klíčovou charakteristiku se považuje:

- kapacita baterie;
- rychlost plného nabití a přípustná rychlost vybití;
- hmotnost a rozměry (Řehák, Bártek, Bařinka, 2011).

3.2 Připojení FVE k distribuční soustavě

Fotovoltaická elektrárna s výkonem do 10 kW a střídavým fázovým proudem do 16 A na fázi se považuje za mikrozdroy. Pro mikrozdroy platí zjednodušený proces připojení, zejména:

- 1) Podání žádosti o připojení. Pro podání žádosti je potřeba vyplnit formulář s osobními kontaktními údaji a technickou specifikací odběrného místa, výpis z katastru nemovitostí a jednopólové schéma.
- 2) Po odsouhlasení žádosti o připojení, distributor zašle návrh smlouvy o připojení. Návrh je platný po dobu 30 dnů. Dále je nutné podepsaný návrh odeslat zpátky a zažádat o stanovisko
- 3) Následně po obdržení stanoviska, je nutné podat žádost o první paralelní připojení. Při podání žádosti je nutno doložit podepsanou smlouvu, technickou zprávou, schématem umístění panelu, výchozí revizní zprávou, jednopólovým schématem a nastavením ochran. Pokud budou všechny doklady v pořádku, jako poslední krok provede distributor výměnu elektroměru a zapnutí FVE.

V případě, že elektrárna má větší výkon než 10 kW, je potřeba požádat Energetický regulační úřad o přidělení licence.

3.3 Legislativní podmínky provozování FVE v ČR

V České republice jsou dva nejdůležitější zákony, které upravují provoz obnovitelných zdrojů energie (Energetický zákon č. 458/2000 sb. a Zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů č.180/2005 sb.). Co se týče EU, tam platí směrnice o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů č. 2009/28/ES.

3.3.1 Legislativní podmínky provozování FVE v ČR

Zákon č. 458/2000 Sb. upravuje „podmínky podnikání a výkon státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)“. Zákon č. 458/2000 Sb. „Upravuje podmínky podnikání, výkon státní správy a regulaci v energetických odvětvích, kterými jsou elektroenergetika, plynárenství a teplárenství, jakož i práva a povinnosti fyzických a právnických osob s tím spojené“ (Zákon č. 458/2000 Sb., Energetický zákon).

Další důležitý zákon je č.137/2010 Sb., „o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů“. Tento zákon stanovuje práva a povinnosti FO a PO a upravuje způsob podpory výroby elektřiny z OZE.

Také jsou důležité vyhlášky č. 195/2015 Sb., *o způsobu regulace cen a postupech pro regulaci cen v plynárenství*, vyhlášky č. 16/2016 Sb., *o podmínkách připojení k elektrizační soustavě* (jedná se o připojení k distribuční soustavě).

Co se týče daňového hlediska, jsou fotovoltaické elektrárny s výkonem do 10 kWh (vlastní fotovoltaika na střeše) osvobozené od daně z příjmu, a to z důvodu, že vyrobená elektřina je určena výhradně pro vlastní spotřebu. Takové příjmy jsou považované za příjmy ostatní, neplynoucí z podnikání, díky čemuž lze legálně prodávat vyrobenou elektřinu do distribuční sítě a příjem z prodeje není považován jako příjem z podnikání (Zákon č. 458/2000 Sb., §3 odst. 3).

Při instalaci fotovoltaické elektrárny nad 10 kWh, je potřeba požádat Energetický regulační úřad o přidělení licence na výrobu elektřiny. O přidělení licence může požádat fyzická osoba, která je svéprávná, trestně bezúhonná a odborně způsobilá. Pokud osoba není odborně způsobilá, musí mít odpovědného odborně způsobilého zástupce (Zákon č. 458/2000 Sb., §3 odst. 3).

Sazba odvodu u výkupní ceny činí 10 %, u zeleného bonusu 11 % (Zákon č. 310/2013 Sb., § 18 odst.9.). Avšak dne 14.07.2021 sněmovna podpořila novelu zákona č. 310/2013 Sb., kde všechny solární elektrárny, které jsou uvedeny do provozu do roku 2010, musí nově odvádět 20 % a u zeleného bonusu 21 % od sazby odvodu ze základu odvodu. Toto zvýšení daně by mělo pomoci ušetřit státní rozpočet na výplatu 20leté podpory u elektráren uvedených do provozu do roku 2010 (Adámková, 2021).

3.3.2 Legislativní podmínky provozování FVE v EU

Dne 23. dubna 2009 vešla v platnost směrnice Evropského parlamentu a rady 2009/28/ES *„o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES“*. Tato směrnice stanovuje národní cíle jako je snížení emisí skleníkových plynů, podpora a rozvoj obnovitelných zdrojů energie (Směrnice 2009/28/ES).

Dalším důležitým dokumentem je *Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o sjednání Statutu Mezinárodní agentury pro obnovitelné zdroje energie (IRENA) ze dne 26. ledna 2009*. Jedná se o agenturu, která je *„jako středisko kvality pro technologie obnovitelné energie, jedná jako organizátor a katalyzátor, poskytuje zkušenosti pro praktické možnosti využití a strategie, a nabízí podporu ve všech záležitostech týkajících se obnovitelné energie a pomáhá zemím získávat prospěch z účinného rozvoje a přenosu znalostí a technologií.“* (Sdělení č. 18/2017 Sb. m. s.).

V prosinci 1995 byla vydána tzv. Bíla kniha. V této knize jsou uvedeny veškerá vládní opatření, která jsou zaměřena na ochranu životního prostředí.

3.4 Podpora FVE

Podpora fotovoltaických elektráren v České republice začala v roce 2002, a to formou výkupu elektřiny za 6 Kč/kWh. Jelikož investiční náklady na FVE činily přibližně 200 Kč/WP, investování do FVE se nevyplatilo, a proto stát musel zavést změny v oblasti podpory FVE.

V roce 2006 byl přijat předpis č. 180/2005 Sb. o: „*Zákon o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů)*“. Tento zákon zavazuje ERU (Energetický regulační úřad) zvýšit výkupní cenu elektřiny na 15 Kč/kWh a vyplácet jí po dobu 20 let od výstavby FVE. Tento zákon garantoval návratnost investice do 15 let.

Avšak i tento zákon měl nedostatky – zákon nepočítal se změnou nákladů na fotovoltaické komponenty. V letech 2009 až 2010 začala Čína vyrábět velké množství komponentů, čímž se zvýšila kupní síla odběratelů. To způsobilo velký nárůst v instalování FVE. Toto období se nazývá „zelený boom“.

Tabulka 1 Vývoj instalovaného výkonu FVE v letech 2006-2012

Rok	Instalovaný výkon (MW)
2006	0,2
2007	3,4
2008	39,5
2009	464,6
2010	1959,1
2011	1971
2012	2086

Zdroj: ERÚ, 2012.

Z tabulky můžeme vidět, že instalovaný výkon FVE se v roce 2009 zvýšil o 425,1MW oproti roku 2008 a v roce 2010 se zvýšil o 1919,6 MW oproti roku 2008. Výkon FVE se zvýšil v roce 2010 oproti roku 2008 o 12 %. Takto velký nárůst fotovoltaických elektráren znamenal rostoucí státní náklady na podporu obnovitelných zdrojů energie a tím i rostoucí cenu elektřin.

Tato situace vznikla vzhledem k nařízení Evropské unie na výrobu 20 % energie z obnovitelných zdrojů, a to do roku 2020. Nikdo ale nespočítal, kolik by skutečně mohly činit náklady na podporu obnovitelných zdrojů.

Tabulka 2 Výkupní ceny elektřiny po a před rokem 2006

Sluneční záření	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh	Zelené bonusy v Kč za 1 MWh
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2006 včetně	13 200	12 590
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu před 1. lednem 2006	6 280	5 670

Zdroj: TZB-info.cz, 2013.

Teprve v roce 2010 vláda přijala opatření o omezení podpory velkoplošných fotovoltaických elektráren.

Obrázek 15 Výkupní ceny elektřiny a roční zelený bonus do roku 2013

ř./sl.	Podporovaný druh energie	Datum uvedení výroby do provozu		Instalovaný výkon výroby [kW]		Jednotarifní pásmo provozování	
		od (včetně)	do (včetně)	od	do (včetně)	Výkupní ceny [Kč/MWh]	Zelené bonusy [Kč/MWh]
	a	b	c	d	e	l	m
500	Výroba elektřiny využitím slunečního záření	-	31. 12. 2005	-	-	7 566	6 836
501		1. 1. 2006	31. 12. 2007	-	-	15 876	15 146
502		1. 1. 2008	31. 12. 2008	-	-	15 484	14 754
503		1. 1. 2009	31. 12. 2009	0	30	14 528	13 878
504		1. 1. 2009	31. 12. 2009	30	-	14 422	13 692
505		1. 1. 2010	31. 12. 2010	0	30	13 530	12 880
506		1. 1. 2010	31. 12. 2010	30	-	13 424	12 694
507		1. 1. 2011	31. 12. 2011	0	30	8 118	7 468
508		1. 1. 2011	31. 12. 2011	30	100	6 389	5 659
509		1. 1. 2011	31. 12. 2011	100	-	5 954	5 224
510		1. 1. 2012	31. 12. 2012	0	30	6 538	5 888
511		1. 1. 2013	30.6.2013	0	5	3 548	2 898
512		1. 1. 2013	30.6.2013	5	30	2 945	2 295
513		1.7.2013	31. 12. 2013	0	5	3 111	2 461
514		1.7.2013	31. 12. 2013	5	30	2 529	1 879

Zdroj: TZB-info.cz, 2013

Z tabulky je zřejmé, že od 1.1.2011 výrazně klesla státní podpora FVE a tím „zelený boom“ skončil, ale pro elektrárny postavené do roku 2010 i nadále platí zvýhodněné výkupní ceny elektrické energie na dobu 20 let (Divišová, 2013).

Nicméně v důsledku malého pokrytí spotřeby v ČR (pouze 3 %) byla v roce 2014 podpora obnovitelných zdrojů ukončena.

3.4.1 Dotace pro firmy

Do roku 2020 malé, střední a velké podniky mohly žádat o státní dotační program OPPIK (Operačního programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost). Cílem tohoto programu je podpora FVE s nebo bez akumulace, a to pro vlastní spotřebu.

Od roku 2021 nahrazuje program OPPIK program OPTAK (Operační program Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost). Tento program vláda schválila v pondělí 4.10.2021 a to na období 2021 až 2027. Cílem tohoto programu je podpořit malé a střední podniky, a také malé inovativní firmy a firmy, které zajistí přechod hospodaření k digitální a udržitelné ekonomice (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2021).

3.4.2 Dotace pro domácnosti

Pro rodinné a bytové domy platí program Nová zelená úsporám. Tento program poskytuje podporu nejen na obnovitelné zdroje energie, ale také na zateplení, novostavbu, výměnu kotlů, rekuperace apod.

Dotace na fotovoltaické systémy se vztahují na systémy, které jsou propojené s distribuční soustavou, a takto vyrobená energie slouží pro vlastní spotřebu domácnosti. Zažádat o dotace mohou vlastníci dokončeného rodinného domu a vlastníci novostaveb. Co se týče bytových domů, zažádat o dotace mohou vlastníci stávajících bytových domů, společenství vlastníků, anebo pověření vlastníci jednotek.

Výše dotace se odvozuje od základního výkonu instalace, druhu systému (standardní nebo hybridní) a využití tepelného čerpadla.

U rodinných domů:

- FVE s minimálním výkonem 2 kWp – **40 000 Kč**
- FVE s minimálním výkonem 2 kWp a hybridním měničem – **60 000 Kč**
- FVE s minimálním výkonem 2 kWp využitím tepelného čerpadla – **100 000 Kč**
- Za každý další 1 kWp instalovaného výkonu – **10 000 Kč**
- Za 1 kWh el. akumulčního systému – **10 000 Kč**

Celková dotace, kterou lze získat se pohybuje mezi 40 000 Kč až 200 000 Kč (Nová zelená úsporám, 2021).

U bytových jednotek:

- Za 1 kWp instalovaného výkonu – **15 000 Kč**
- Za 1 kWh elektrického akumulčního systému – **10 000 Kč**
- Za připojenou bytovou jednotku k FV systému – **5 000 Kč**

Výsledná částka dotace může dosáhnout 500 000 Kč – záleží na instalovaném výkonu a počtu bytových jednotek (Nová zelená úsporám, 2021).

3.5 Likvidace FV panelů po skončení doby životnosti

V současné době ve světě je velké množství fotovoltaických elektráren, ale před jejich instalací je třeba uvažovat i o skončení doby životnosti komponentu. Nejstarší, do současnosti fungující solární elektrárna, má přes 60 let. Je to v důsledku toho, že komponentům jako takovým by se v průběhu provozu nemělo nic stát, protože konstrukce FVE je velice odolná a panely jsou pokryty ochrannou vrstvou. Většina výrobců uvádí dobu životnosti cca 25 let, a je to z důvodu snížení výkonu panelů.

Moderní technologie pro výrobu komponentu pomáhají snížit ztrátu výkonu na minimum. Mezi hlavní faktory, které působí na výkon elektrárny jsou:

- Extrémní teploty a vysoký UV index.
- Extrémně nízké teploty
- Krupobití
- Silný vítr
- Poškození komponentu při přípravě

Pro prodloužení životnosti komponentu, jsou nezbytné odborné výpočty instalace a navržení optimálního umístění elektrárny. Také jsou nezbytné i vysoce kvalitní komponenty, jejich čištění od prachu, a kontrola správného fungování napájení (Matas, 2021).

Za nejméně odolný komponent FVE se považuje Inventor neboli střídač. Jeho životnost je stanovena na 5-10 let. Avšak Inventor lze dokoupit a vyměnit samostatně bez omezení celkové životnosti systému (Matas, 2021).

Životnost fotovoltaických panelů je stanovena na dobu 20 až 25 let. Po vypršení doby životnosti nebo poškození panelů by tyto měly být vyměněny. Dle platného Zákona č.542/2020 Sb. „*Zákon o výrobcích s ukončenou životností*“, FV panely jsou zařazené do „*elektrického a elektronického zařízení*“. Zákonomodárce stanovil poplatek za likvidace na úrovni 8,50 Kč/kg. Jelikož se jedná o směsný objemný odpad, nelze ho zařadit do obyčejného komunálního odpadu, proto takový odpad musí zlikvidovat specializovaná firma a odpovědnost za recyklaci odpadu nese výrobce (včetně úhrady poplatku za elektroodpad).

Také Zákona č.542/2020 Sb. „*Zákon o výrobcích s ukončenou životností*“ stanoví minimální míru znovu využitelných komponentů FV panelu, a to na úrovni 85 % od hmotnosti panelu. Recyklace probíhá v následujících krocích (PCC Group, 2022):

- Sklo a hliník se roztaví na suroviny pro následující výrobu
- Křemíkové pláty, pokud nejsou poškozené, se používají znovu
- U ostatních komponentů se odpařují při teplotě 500 stupňů plastové prvky

4 Vlastní práce

Vlastní práce je zaměřena na výpočet ročního provozu fotovoltaické elektrárny, následně na výpočet rentability a doby návratnosti investic a na stanovení nároku na dotace. Pro výpočet hodnot je použit rodinný dům s celkovým výkonem FVE 4,40 kWh. Vyhodnocení ročního provozu je provedeno na základě nasimulovaných hodnot, vlastní spotřeby a přebytku elektrické energie poslané do sítě. Následně je proveden výpočet doby návratnosti investic a stanovení zisku se zařazením poklesů výkonu FV panelů. Dále je na základě zjištěných hodnot stanovena výše rentability investic.

4.1 Popis objektu

Pro analýzu FVE je vybrán rodinný dům, který se nachází v Ústí nad Labem. Fotovoltaické panely jsou umístěny na střeše rodinného domu. Sklon panelu je dán sklonem střechy, který odpovídá 15 stupňům.

Rodinný dům má jedno obytné podlaží a trvale v něm bydlí 3 osoby. Celková plocha objektu je 250 m². Pro vytápění domu se používá plynový kotel. Pro přípravu teplé vody se používá samostatný zásobník o objemu 300 l. Pro výpočet potřebné FVE je uvažován RD s typickými elektrickými spotřebiči pro vaření, osvětlení a uklízení.

Celkový instalovaný výkon elektrárny tvoří 4,40 kWh. Počet FV panelů je 16 kusů, kde výkon každého panelu je 275 Wp a celková zastavená plocha činí 26 m² (plocha jednoho panelu činí 1,61m²). Použité panely jsou AUO BenQ PM060M02. Dále od panelu do objektu vedená kabelová trasa, a to do technické místnosti.

Střídač a bateriový systém jsou umístěny v technické místnosti. Akumulační bateriový set je od výrobce Sonnen Batterie ECO 6 s maximální kapacitou 6 kWh. Co se týče měniče, je použit Fronius Symo 4.5-3-S s maximálním výkonem 4 500 W.

Ochrana objektu FVE elektrárny je provedená dle ČSN 33 2000-4-41, ČSN 33 2000-7-712, tzn. ochrana a izolace živých částí, ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí, automatické odpojení od zdroje.

Pro měření a regulaci vyrobené energie, je použit čtyřkvadrátní elektroměr umístěný v rozvaděči. Pro měření přebytku je použit obousměrný elektroměr umístěný v rozvaděči.

Instalace FV panelu na střeše domu je navržena za účelem vlastního použití.

Celá dodávka je realizovaná na základě smlouvy o dílo. V ceně jsou zahrnuty veškeré služby spojené s namontováním, připojením včetně administrativní práce.

Pro snadný přehled komponentů FVE slouží následující tabulka:

Tabulka 3 Přehled komponentu FVE u zkoumaného RD

Instalovaný výkon	4,40 kWh
Celkový počet FV panelů	16 ks
Celková plocha FV panelů	25,8 m ²
Počet střídačů	1 ks
Počet baterií	1 ks
Kapacita baterií	6 kWh
Název panelů	AUO BenQ PM060M02 275 W
Název střídačů	Fronius Symo 4.5-3-S
Název baterií	Sonnen Batterie ECO ^

Zdroj: vlastní zpracování dle KL, 2022.

V tabulce jsou uvedeny používané komponenty, jejich počet a výkon.

4.1.1 Investice do FVE

V současné době na trhu je poměrně hodně firem, poskytujících fotovoltaickou elektrárnu, proto se zákazník rozhodl provést výběrové řízení. Ve výběrovém řízení se zúčastnili následující firmy a jejich nabídky:

Tabulka 4 Nabídky FVE od ČEZ Solární s.r.o., S-Power,s.r.o. a Pražská energetika, a.s.

	Výkon	Typ panelu	Typ střídače	Bateriové uložiště	Cena celkem bez DPH
ČEZ Solární, s.r.o.	4,4 kWh	BenQ	Fronius Symo	Sonnen Baterie ECO 6	452 650 Kč
S-Power, s.r.o.	4,5 kWh	AEG 450 Wp	GoodWe GW3648D	PylonTech US2000B	400 000 Kč
Pražská energetika, a.s.	4,5 kWh	AEG AS-M	GoodWe ET hybrid	Pylontech Force LiFePO4 (7,1 kWh)	335 990 Kč

Zdroj: vlastní zpracování dle nabídek, 2022.

Po skončení výběrového řízení, se zákazník rozhodl vybrat firmu ČEZ Solární, s.r.o., i přesto, že nabídka od této firmy je nejdražší. Větší cena FVE souvisí s kvalitou bateriového uložení, které nabízí delší záruku, premium design a snadné ovládání i přes mobilní telefon.

Celková výše investice do FVE činí 452 650,43 Kč bez DPH **čili 520 548 Kč s DPH**. Cena díla je rozdělená do následujícího splátkového kalendáře:

- 1. zálohová faktura ve výši 5 % - 22 632,52 Kč bez DPH (15 %)
- 2. zálohová faktura ve výši 70 % - 316 855,30 Kč bez DPH (15 %)
- Doplatek za dílo ve výši 25 % - 113 162,81 Kč bez DPH (15 %).

První zálohová faktura je vystavena při podpisu smlouvy. Druhá zálohová faktura bude vystavena po obdržení souhlasu místního Distributora soustavy, ke které bude FVE připojena. Konečná faktura bude vystavena v době předání díla a podepsání předávacího protokolu. Splatnost faktur činí 30 dní.

V současné době existuje hodně nabídek na poskytnutí úvěru pro výstavbu FVE. Komerční banka nabízí úvěr s úrokem 4,9 % ročně, Česká spořitelna nabízí fixovaný úvěr s roční úrokovou sazbou 5,89 % (Česká spořitelna, 2022). V případě, že by zákazník neměl své vlastní finance a chtěl by si půjčit od banky, měsíční splátka by byla následující:

- Vlastní peníze 52 650 Kč
- Půjčka 400 000 Kč

- Roční sazba 5,89 %
- Měsíční splátka 3 939 Kč

Nicméně zákazník má dostatečné množství peněz pro úhradu faktur, tím pádem žádný úvěr nepotřebuje.

4.1.2 Administrativní úkony

Po podpisu smlouvy s klientem je potřeba vyplnit veškeré potřebné dokumenty pro instalaci a připojení FVE.

Po instalaci FVE systému je podaná žádost o připojení u příslušného distributora (v daném případě ČEZ Distribuce). Pro podání žádosti je vyplněn formulář a odeslané následující podklady:

- plná moc od zákazníka
- výpis z katastru nemovitosti, že se jedná o RD
- jednopólové schéma připojení.

Vyřízení žádosti o připojení FVE trvá přibližně měsíc. Po odsouhlasení žádosti zašle ČEZ distribuce zákazníkovi smlouvu o připojení odběrného elektrického zařízení. Tato smlouva nastavuje „*podmínky podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích*“. Předmětem této smlouvy je: „*závazek PDS připojit odběrné elektrické zařízení k distribuční soustavě*“. Avšak tento závazek může být splněn pouze po dodržení určitých podmínek.

Po podpisu smlouvy oběma stranami, zákazníkem a ČEZ distribuce, na distribuce jsou odeslané podklady pro schválení dokumentace FVE. Tento krok je nezbytný pro podání žádosti o připojení a výměnu elektroměru. Takže na DS jsou odeslané následující:

- Smlouva o připojení mezi DS a zákazníkem
- Technická zpráva FV elektrárny
- Půdorys objektu
- Plná moc mezi zákazníkem a zhotovitelem

Vyřízení této dokumentace ze strany DS trvá přibližně 30 dní. Po odsouhlasení dokumentace nastává poslední krok připojení FVE. Mezi DS a zákazníkem se jedná se o podání žádosti o první paralelní připojení. Přikládá se následující dokumentace:

- Protokol o nastavení ochran
- Smlouva o připojení mezi zákazníkem a DS
- Revizní zpráva FVE
- Technická zpráva FVE

- Formulář typu A1
- Výkres panelu
- Vyjádření k projektové dokumentaci

Po schválení tohoto formuláře ze strany DS, zákazník obdržel termín od DS na výměnu elektroměru a zapojení fotovoltaické elektrárny do distribuční sítě. Tento krok je poslední, po jeho provedení je fotovoltaická elektrárna v provozu.

Jelikož se jedná o zdroj pro výrobu elektrické energie do 10 kWh, žádné stavební povolení není třeba.

4.1.3 Odpisy FVE

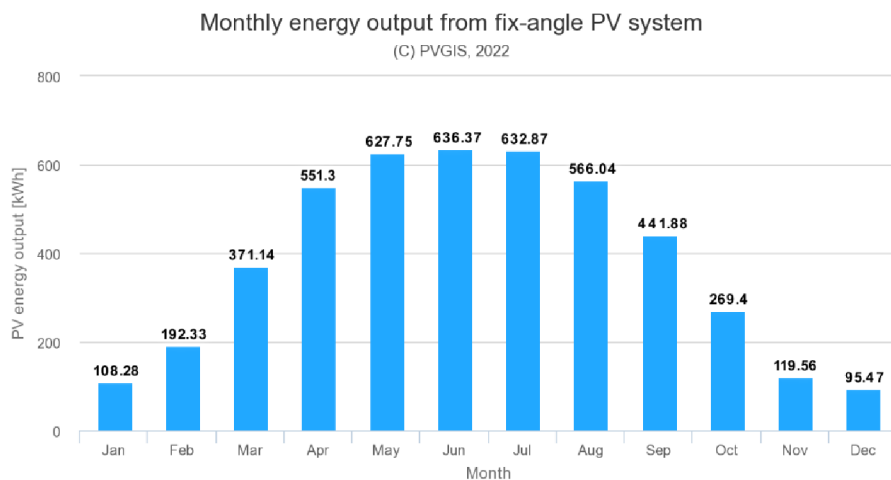
Od roku 01.01.2011 platilo pravidlo na základě novely zákona o daních z příjmů č. 346/2010 Sb., že technologická část FVE elektrárny spadá do odpisové skupiny č. 4 a odepisuje se rovnoměrně nepřerušovaně po dobu 20 let (240 měsíců). Odepisování FVE začíná následujícím měsícem ode dne zprovoznění elektrárny. V průběhu odepisování se uplatňuje rovnoměrné měsíčné odepisování (Solární asociace, 2019).

Avšak v roce 01.01.2016 byla přijata novela Zákona č. 458/2000 Sb., §3 odst. 3 „*Zákon České národní rady o daních z příjmů*“. Podle této novely není třeba fotovoltaickou elektrárnu do 10 kWh odepisovat, ani odvádět daň z příjmu. Případné přítoky elektrické energie do DS v hodnotě do 30 000 Kč jsou zařazeny do nahodilých ostatních příjmů a jsou osvobozeny od daní z příjmů fyzických osob (§10 odst. 1 písmeno a). Z toho vyplývá, že zákazník si může prodávat přebytky elektrické energie do DS aniž by musel podávat daňové přiznání.

4.1.4 Odhad výroby elektrické energie pomocí softwaru

Jelikož se jedná o novostavbu a není známa výroba v průběhu roku, bude pro odhad výroby elektrické energie použit portál PVGIS. Je to portál, který je na základě uvedených údajů schopen zhodnotit a odhadnout roční výrobu elektrické energie. Jako výchozí údaje se použije instalovaný výkon, sklon střechy, poloha. Po zadání potřebných údajů je následující výstup:

Obrázek 16 Roční výkon FVE odhadnutý pomocí softwaru PVGIS



Zdroj: PVGIS, 2022.

Výstupní údaje jsou zaměřené přímo na lokalitu novostavby. Z grafu je zřejmé, že s ohledem na polohu a sklon střechy, největší výroba elektřiny vychází na červen 636,37 kWh a červenec 632,87 kWh a květen 627,75 kWh. Dalšími měsíce s nezanedbatelným výkonem jsou srpen 566,04 kWh a duben 551,3 kWh. Nejnižší výroba připadá na prosinec 95,47 kWh, leden 108,28 kWh a listopad 119,56 kWh.

4.2 Vyhodnocení ročního provozu

Přesto, že se jedná o novostavbu, dá se na základě nasimulovaných hodnot odhadnout roční provoz FVE. Vlastní spotřeba je stanovena na základě zákazníkem uvedených spotřebičů a počtu žijících osob.

Následující tabulka uvádí hodnoty vyrobené elektrické energie za jednotlivé měsíce provozu, potřebnou energii pro vlastní spotřebu, množství energie pro nabití a vybití baterie a přebytky energie poslané do DS

Tabulka 5 Roční provoz zkoumané FVE v Ústí nad Labem

Měsíc	Vyrobena z FVE kWh	Vlastní spotřeba kWh	Energie pro nabití baterie kWh	Vybití baterie kWh	Přebytky do DS kWh
Leden	108,28	100,28	8	-7	0
Únor	192,33	147,33	45	-39	8
Březen	371,14	264,14	107	-93	103
Duben	551,3	402,3	149	-129	209
Květen	627,75	490,75	137	-118	131
Červen	636,37	570,37	69	-60	9
Červenec	632,87	504,87	128	-111	8
Srpen	566,04	490,04	76	-65	0
Září	441,88	326,88	115	-99	31
Říjen	269,4	145,4	124	-107	50
Listopad	119,56	82,56	37	-32	2
Prosinec	95,47	82,47	13	-11	0
Celkem	4 612,38	3 607	1 007	-870	550

Zdroj: vlastní zpracování dle KL, 2022.

Dané hodnoty by měly vycházet přednostně z měření spotřeby na hlavním elektroměru. To je hodnota, která je doložena na základě ročních faktur od distributora. Jelikož se jedná o novostavbu, uvedené hodnoty byly nasimulované na základě počtu žijících osob a využívaných elektrických spotřebičů.

Odhadované množství vyrobené elektrické energie z FVE je 4 612,38 kWh, vlastní spotřeba provozu RD činí 3 607 kWh, energie použitá pro nabití baterie je 1 007 kWh a energie poslaná do sítě je 550 kWh. Je vidět, že fotovoltaická elektrárna na 80 % pokrývá vlastní spotřebu.

Na základě vyrobeného množství elektřiny z FVE a přebytku, poslaného do distribuční sítě, jsou stanoveny následující měsíční a roční výnosy. Aktuální průměrná cena za 1 kWh elektřiny pro rok 2021 činí 4,98 Kč/kWh (Energie 123.cz).

Výkupní cena za elektřinu podle spotřeby činí 598,95 Kč/MWh. Jelikož hodnoty jsou uvedené v kWh, částka je vynásobena 1 000, což vychází na 0,6 Kč za vykoupěnou kWh. Tato částka je velice malá a představuje zhruba desetinu průměrné ceny za odebranou elektřinu. S ohledem na současnou

situace a rychle rostoucí ceny za elektrickou energii, společnost ČEZ by měla zvážit navýšení výkupní ceny, čímž by samozřejmě podpořila zákazníky na prodej přebytku.

Tabulka 6 Výnosy z FVE za jeden rok při průměrné ceně 4,98 Kč/kWh, a odkupní ceně 0,6 Kč/kWh

Měsíc	Vyrobena z FVE kWh	Vyrobena z FVE v Kč	Přebytky do DS kWh	Odkupní cena celkem za kWh v Kč	Celkový výnos v Kč
Leden	108,28	539,2344	0	0	539,2344
Únor	192,33	957,8034	8	4,8	962,6034
Březen	371,14	1848,2772	103	61,8	1910,0772
Duben	551,3	2745,474	209	125,4	2870,874
Květen	627,75	3126,195	131	78,6	3204,795
Červen	636,37	3169,1226	9	5,4	3174,5226
Červenec	632,87	3151,6926	8	4,8	3156,4926
Srpen	566,04	2818,8792	0	0	2818,8792
Září	441,88	2200,5624	31	18,6	2219,1624
Říjen	269,4	1341,612	50	30	1371,612
Listopad	119,56	595,4088	2	1,2	596,6088
Prosinec	95,47	475,4406	0	0	475,4406
Celkem	4 612,38	22 969,7	550	330,6	23 300,30

Zdroj: informační systém elektrárny, vlastní zpracování, 2022.

Z tabulky je zřejmé, že celkový výnos za 1 rok činí 23 300,30 Kč. Tato částka se skládá z ročního výnosu za vyrobenou energii 22 969,70 Kč a energii, která byla vykoupena DS 330,60 Kč. Z uvedeného výpočtu činí hrubá návratnost investic do FVE $452\,650,43 \text{ Kč} (\text{investice do FVE}) / 23\,300 = 19 \text{ let}$.

4.2.1 Pokles výkonu panelu a jeho vlivu na výrobu energie

Jak již bylo zmíněno v kapitole 4.1 Popis objektu, v RD jsou nainstalované panely AUO Benq PM060M02 s výkonem 275 W v množství 16ks. V technickém listu panelu výrobce uvádí, že po dobu 25 let lineární výkon klesne na 80 %. To znamená, že celkový výkon FV panelu klesne o 20 %. Takže roční pokles výkonu panelu je $(20 \% / 25 \text{ let}) * 100 = 0,8 \text{ W}$. Z toho vyplývá, že nainstalovaná fotovoltaická elektrárna po době provozu v délce 25 let vyráběla 80 % z 4 612,38 kWh = 3 689,90 kWh.

Následující tabulka zohledňuje výkon a výnos FVE po dobu 25 let.:

**Tabulka 6 Výnosy z FVE při rovnoměrném snížení výkonu panelů po dobu 25 let*

Rok	Výkon (kWh)	Výnos (Kč)
2021	4 612,38	23 300
2022	4 575	22 692
2023	4 538	22 508
2024	4 502	22 330
2025	4 466	22 151
2026	4 430	21 973
2027	4 395	21 799
2028	4 360	21 626
2029	4 325	21 452
2030	4 290	21 278
2031	4 255	21 105
2032	4 221	20 936
2033	4 187	20 768
2034	4 153	20 599
2035	4 120	20 435
2036	4 088	20 276
2037	4 055	20 113
2038	4 023	19 954
2039	3 989	19 785
2040	3 958	19 632
2041	3 926	19 473
2042	3 895	19 319
2043	3 864	19 165
2044	3 833	19 012
2045	3 718	18 441
2046	3 689	18 297
Celkem	103 855	538 421

Zdroj: vlastní zpracování, 2022.

*Za předpokladu rovnoměrného snižování výkonnosti panelů

Jelikož nelze stanovit jaký přebytek elektrické energie bude odeslán do DS v následujících letech, je po roce 2022 cena za dodanou elektřinu do DS stanovena na 0 Kč. Průměrná cena 1kWh zůstává 4,96 Kč.

Celkový výkon FVE za 25 let provozu je 103 855 kWh. Avšak tento výkon je pouze odhadovaný za stejných klimatických podmínek jako v roce 2021 (stejný počet slunečných hodin, intenzita slunečních paprsků, roční období atd). Celkový odhadovaný výnos je stanoven ve výši 538 421 Kč.

4.2.2 Výpočet doby návratnosti a zisku

Výpočet je proveden na základě záruční doby panelů, tzn. 25 let v roce zahájení odepisování, což je období od 01.01.2021 do 31.12.2046. Výpočet vychází z ceny instalace FVE, odhadnutých nákladů během provozu, úspor elektrické energie v průběhu používání FVE a výše výnosu při poklesu výkonu (viz tabulka 5).

Cena instalace tedy činí **520 548 Kč včetně DPH**. K této částce je nutno přičíst výše uvedené náklady. Další náklady spojené s instalací ze strany distributora nejsou. Použitý měnič Fronius SYMO 4.5-3-S má 7letou záruku, takže je ho třeba během provozu alespoň jednou vyměnit. Cena daného měniče je **37 136,76 Kč s DPH**.

S toho vyplývá, že celkové náklady na FVE činí $520\,548 + 37\,136,76 = 557\,684,76$ Kč.

V roce 2021 1 kWh elektrické energie odebrané z DS činil 4,98 kWh. Celková využitelná produkce elektrické energie z FVE v budově je 3 607 kWh. Ušetřená částka za 1 rok tedy činí $4,98 \text{ Kč} * 3\,607 \text{ kWh} = 17\,962,86$ Kč. Následující tabulka znázorňuje předpokládané množství využití elektrické energie se započítáním snížení výkonu fotovoltaické elektrárny a úspory po době 25 let:

Tabulka 7 Využitelná produkce FVE s rovnoměrných snížení výkonu FV panelů, a výše úspor po dobu 25 let.

Rok	Využitelná produkce elektrické energie z FVE	Úspory (Kč)
2021	3 607	17 963
2022	3 578	17 818
2023	3 549	17 674
2024	3 521	17 535
2025	3 492	17 390
2026	3 465	17 256
2027	3 437	17 116
2028	3 409	16 977
2029	3 382	16 842
2030	3 355	16 708
2031	3 328	16 573
2032	3 301	16 439
2033	3 275	16 310
2034	3 248	16 175
2035	3 222	16 046
2036	3 196	15 916
2037	3 170	15 787
2038	3 144	15 657
2039	3 119	15 533
2040	3 094	15 408
2041	3 069	15 284
2042	3 044	15 159
2043	3 020	15 040
2044	2 996	14 920
2045	2 972	14 801
2046	2 948	14 681
Celkem	84 941	423 006

Zdroj: technické parametry elektrárny, vlastní zpracování, 2022.

Celková úspora po provozu v délce 25 let činí 423 006 Kč. Návratnost investic je počítaná od částky **557 684,76 Kč** (celkové náklady na FVE). Pro výpočet návratnosti investic je potřeba sečíst úspory a výnosy v jednotlivých letech a přiblížit se částce celkových nákladů. **Po sečtení částek vychází, že návratnost investic bude trvat do roku 2034, což je 14 let.**

Tabulka 8 Výnosy a úspory z FVE za 25 let při ceně za elektrickou energii 4,98 Kč/kWh

Rok	Výnosy	Úspory	Celkem
2021	23 300	17 963	41 263
2022	22 692	17 818	40 510
2023	22 508	17 674	40 183
2024	22 330	17 535	39 865
2025	22 151	17 390	39 542
2026	21 973	17 256	39 229
2027	21 799	17 116	38 915
2028	21 626	16 977	38 602
2029	21 452	16 842	38 294
2030	21 278	16 708	37 986
2031	21 105	16 573	37 678
2032	20 936	16 439	37 375
2033	20 768	16 310	37 077
2034	20 599	16 175	36 774
2035	20 435	16 046	36 481
2036	20 276	15 916	36 193
2037	20 113	15 787	35 899
2038	19 954	15 657	35 611
2039	19 785	15 533	35 318
2040	19 632	15 408	35 040
2041	19 473	15 284	34 757
2042	19 319	15 159	34 478
2043	19 165	15 040	34 205
2044	19 012	14 920	33 932
2045	18 841	14 801	33 242
2046	18 297	14 681	32 978
Celkem	538 421	423 006	961 427

Zdroj: vlastní zpracování dle technických charakteristik elektrárny, 2022.

Výše výnosu po 25 letech provozu (počítáno se ztrátou výkonu) činí 961 427 Kč – 557 684,76 Kč (celkové náklady) = **403 742 Kč**.

Cena za elektrickou energii ve výši 4,98 kWh je daná posledním ročním období, což je rok 2021. V současné situaci velmi rychle rostou ceny za komodity, souvisí to také s tím, že se svět postupně zbavuje uhlí a snaží se být více ekologický. Pro přehled jsou použity ceny za elektrickou energii 7,5 Kč/ kWh a 10 Kč/kWh, kde můžeme vidět, jak ovlivňují dobu návratnosti investice, výnosy a úspory.

Tabulka 9 Výnosy a úspory z FVE za 25 let při ceně za elektrickou energii 7,5 a 10 Kč/kWh

Rok	Výnos při ceně 7,5 Kč/ kWh	Úspora při ceně 7,5 Kč/ kWh	Celkem	Výnos při ceně 10 Kč/kWh	Úspora při ceně 10 Kč/ kWh	Celkem
2021	34 593	27 053	61 645	46 124	36 070	82 194
2022	34 313	26 835	61 148	45 750	35 780	81 530
2023	34 035	26 618	60 653	45 380	35 490	80 870
2024	33 765	26 408	60 173	45 020	35 210	80 230
2025	33 495	26 190	59 685	44 660	34 920	79 580
2026	33 225	25 988	59 213	44 300	34 650	78 950
2027	32 963	25 778	58 740	43 950	34 370	78 320
2028	32 700	25 568	58 268	43 600	34 090	77 690
2029	32 438	25 365	57 803	43 250	33 820	77 070
2030	32 175	25 163	57 338	42 900	33 550	76 450
2031	31 913	24 960	56 873	42 550	33 280	75 830
2032	31 658	24 758	56 415	42 210	33 010	75 220
2033	31 403	24 563	55 965	41 870	32 750	74 620
2034	31 148	24 360	55 508	41 530	32 480	74 010
2035	30 900	24 165	55 065	41 200	32 220	73 420
2036	30 660	23 970	54 630	40 880	31 960	72 840
2037	30 413	23 775	54 188	40 550	31 700	72 250

2038	30 173	23 580	53 753	40 230	31 440	71 670
2039	29 918	23 393	53 310	39 890	31 190	71 080
2040	29 685	23 205	52 890	39 580	30 940	70 520
2041	29 445	23 018	52 463	39 260	30 690	69 950
2042	29 213	22 830	52 043	38 950	30 440	69 390
2043	28 980	22 650	51 630	38 640	30 200	68 840
2044	28 748	22 470	51 218	38 330	29 960	68 290
2045	27 885	22 290	50 175	37 180	29 720	66 900
2046	27 668	22 110	49 778	36 890	29 480	66 370
Celkem	813 505	637 058	1 450 563	1 084 674	849 410	1 934 084

Zdroj: vlastní zpracování dle technických charakteristik elektrárny, 2022.

Je vidět, že při zvýšení ceny za elektřinu o 40-50 %, výnosy z fotovoltaické elektrárny se taky zvýší o 40-50 %. Tak při zvýšení ceny na **7,5 Kč/kWh**, výnosy a úspory budou celkem činit **1 450 563 Kč** místo **961 427 Kč**, a při ceně **10 Kč/kWh** výnosy a úspory budou celkem **1 934 084 Kč** místo **961 427 Kč**. Doba návratnosti se taky mění na **8,5 let při sazbě 7,5 Kč/kWh a 6 let při sazbě 10 Kč/kWh**.

4.3 Rentabilita

Rentabilita je jedním z ukazatelů finanční analýzy a používá se k zhodnocení ziskovosti. V podstatě rentabilita ukazuje úspěšnost investic. Rentabilita se rozděluje na rentabilitu vlastního kapitálu (slouží k analýze návratnosti vlastního kapitálu), rentabilita aktiv (návratnost aktiv) a na rentabilitu tržeb neboli zisková marže (Finance v praxi, 2020).

V případě výpočtu rentability FVE, je používána rentabilita aktiv (ROA). Pro její výpočet je třeba celkový zisk/ celková aktiva vynásobit 100 %. **ROA= (961 427 / 557 684,76) * 100= 173 %**. To znamená, že výnos na aktiva (FVE) je 173 %.

Na základě nasimulovaných hodnot při ceně 7,5 Kč/kWh a 10 Kč/kWh, rentabilita FVE vypadá následně:

$$\text{ROA } 7,5 \text{ Kč/kWh} = (1\,450\,563 / 557\,684,76) * 100 = 260 \%$$

$$\text{ROA } 10 \text{ Kč/kWh} = (1\,934\,084 / 557\,684,76) * 100 = 346 \%$$

Takže lze stanovit, že daná fotovoltaická elektrárna je navržena velmi dobře a odpovídá své dílčí funkci – úspory za odběr elektrické energie u DS.

4.4 Dotace NZU

Jak již bylo zmíněno v teoretické části v kapitole 3.4 Podpora FVE, existuje několik oblastí podpor FVE a každá má určité požadavky. Dle výpočtu nároku na dotace, je použit formulář Nová zelená úsporám. Žádost je podána v rámci programu NZÚ-Rodinné domy 3. výzva k podání žádosti Podoblast podpory C3 – Instalace termických a fotovoltaických systému.

Pro podání žádosti jsou zaslané na webovou stránku NZU následující podklady:

- Formulář NZU
- Odborný posudek
- Krycí list technický parametru
- Plná moc
- Faktury za realizaci FVE
- Doklady, prokazující dokončení realizace
- Potvrzení o úhradě faktur
- Dokumenty, prokazující vlastnictví bankovního účtu žadatele
- Dokumenty, prokazující splnění technických podmínek

Jelikož fotovoltaický systém má výkon větší než 4 000 kWh/rok z akumulace, lze podat žádost pro oblast podpory C3.5 až C3.7 na vypracování odborného posudku, což je provedeno. Pro tuto oblast podpory odpovídá částka 165 000 Kč plus 5 000 Kč při zpracování odborného posudku. Celková výše dotace je **170 000 Kč**.

Následně výši dotace lze odečíst od celkových nákladů na FVE a spočítat dobu návratnosti a rentabilitu. Takže celkové náklady na FVE $557\,684,76 - 170\,000 = 387\,684,76 \text{ Kč}$. Následně je potřeba z tabulky 9 spočítat částky za jednotlivá léta. Doba návratnosti investic se zápočtem dotace je **10 let**, a to do roku 2030. Rentabilita $\text{ROA} = (961\,427 / 387\,684,76) * 100 = 248 \%$. Je vidět, že rentabilita se taky zlepšila. Na základě uvedených hodnot lze říct, že FVE je navržena velmi dobře, a i při zvýšení cen za elektřinu, se uvedený model vyplatí a zákazník ušetří.

5 Analýza výsledku a porovnání s vybranými variantami případných budoucích trendů

Na základě ekonomického zhodnocení investic do FVE lze stanovit, že i přes to, že doba návratnosti investic je poměrně dlouhá, investování do fotovoltaické elektrárny se vyplatí. Pro snížení doby návratnosti investic je doporučeno buď snížit kapacitu baterie, což by byla nižší investice, anebo instalace FVE bez bateriového úložiště. Avšak při instalaci FVE bez bateriového úložiště, má zákazník daleko nižší částku dotace NZÚ. Jelikož zákazník uvažoval o systému s ukládáním energie a využitím energie ve večerních hodinách, pak by bylo lepší snížit kapacitu bateriového úložiště.

Kromě toho při stimulaci zvýšení cen na elektřinu na 7,5 Kč/kWh a 10 Kč/kWh, lze říct že zákazníkovi výrazně se zvýší výnosy a úspory z FVE. Také se zvýší i rentabilita, a to **ROA 7,5 Kč/kWh na 260 % a ROA 10 Kč/kWh na 346 %**.

Existuje několik různých scénářů vývoje OZE. Realistickým scénářem se rozumí, že odhadovaný nárůst výkonu OZE by se měl zvýšit o 175 %.

FVE systém. Do roku 2025 se plánuje převést 90 % všech světových FVE do digitální podoby. Přes 70 % bude převedeno do umělé inteligence. Takové systémy budou snadno ovladatelné a daleko víc bezpečné (Trnavský, 2021).

FV panely. V posledních letech jsou velmi populární panely vyrobené z monokrystalického křemíku wafer. Panely s mono-wafer jsou daleko účinnější. Některé společnosti již představily panely s touto technologií, která pomáhá při stejném množství buněk zvýšit výkon modulu z 360 Wp na 410 Wp. Dalším evolučním krokem lze očekávat panely na základě technologie TOPCon (Tunnel Oxide Passivated Contact), která ještě více zvýší účinnost pomocí kombinace s mono-wafer technologií. Očekávané trendy jsou méně nákladové, což by znamenalo snížení celkových nákladů na výstavbu FVE (Solarity, 2020).

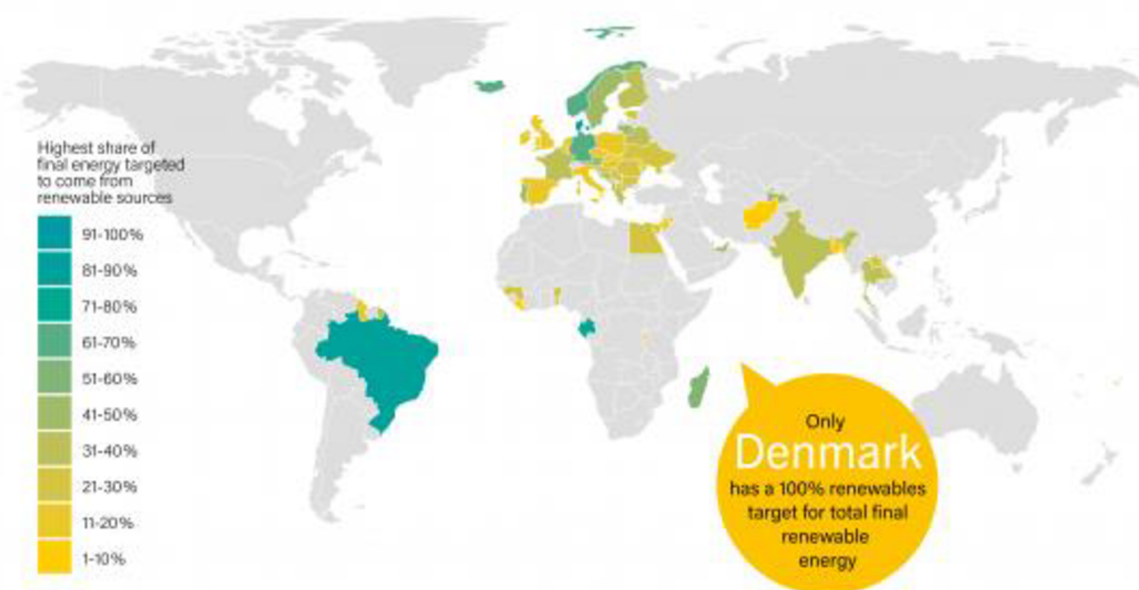
Střídače. Je to hlavní komponent FVE. Bez střídače by nebylo možné vyrobit energii z FV modulu, kde je jednosměrný proud, a dodat ji do spotřebičů jako proud obousměrný. Střídače také umožňují sledovat výkon FVE a regulovat její provoz. Pro ušetření peněz zákazníka a snížení nákladů na instalaci FVE, je čím dál tím víc populární použití hybridního střídače, které nabízí záložní možnost v případě výpadku sítě. V důsledku vysoké poptávky po elektromobilech se střídače stále zdokonalují, aby v budoucnu nabití auta trvalo ne několik hodin, ale několik minut (Solarity, 2020).

Lze říct, že veškeré budoucí trendy jsou zaměřeny na snížení nákladů na provoz a instalaci FVE systému, a zvýšení její účinnosti.

V používání čistých energií se zapojují i další země. USA se například zavázala dosáhnout čistých emisí skleníkových plynů a přechodu na 100 % zelenou energii do roku 2050. Japonsko, Jižní Korea, Nový Zéland a Spojené království také plánují do roku 2050 využívat pouze OZE. Rok 2020 byl již pro britskou energetickou síť nejzelenějším rokem od průmyslové revoluce. Velká Británie se bez uhlí dokázala obejít 67 dní. Británie plánuje opustit tradiční zdroje energie do roku 2025. Aktivně se rozvíjí OZE ve Španělsku – podle předpovědí jen solární energetický sektor v zemi poroste zhruba dvakrát rychleji než v Německu. V roce 2020 získalo Skotsko 97 % elektřiny z obnovitelných zdrojů. Pomocí vyrobené „zelené“ energie bylo možné pokrýt elektrickou potřebu více než 7 milionů domácností. Skotsko má v plánu stát se uhlíkově neutrální do roku 2030. Stejný rok byl vybrán jako čas pro úplné opuštění tradiční energie pro Rakousko a Saúdská Arábie plánovala do roku 2030 přijímat 50 % své elektřiny z OZE (REN21, 2020).

Obrázek 17 Cíle podílu OZE do roku 2050

National Targets for Share of Renewable Energy in Final Energy, by a Specific Year, in Place at End-2019



Note: Map shading is based on the highest target that a country has at the national level, although time frames (and qualifying technologies) to reach these targets vary significantly, from 2020 to 2050. Some targets shown may be non-binding.

Source: REN21 Policy Database.

Na obrázku je znázorněn podíl energií, získaných z obnovitelných zdrojů. Je vidět, že EU získává jenom cca 20-40 %, America a Švédsko až do 100 %, přičemž obnovitelnou energii pro Švýcarsko zajišťuje vlastní energetická společnost.

Ohledně preference OZE, využití klasických zdrojů energie vypadá následně:

Obrázek 18 Využití klasických zdrojů energie v letech 2013-2020

Zdroje energie	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Fosilní zdroje - Celkem	57,65%	52,77%	55,10%	59,53%	57,40%	56,95%	57,01%	52,50%
- Hnědé uhlí	40,71%	41,27%	42,15%	43,91%	43,77%	44,63%	46,18%	40,00%
- Černé uhlí	6,11%	5,78%	6,31%	6,97%	5,38%	4,18%	2,84%	2,66%
- Zemní plyn	8,30%	5,52%	6,41%	8,40%	5,45%	5,80%	7,74%	9,61%
- Ropa a ropné produkty	0,01%	0,06%	0,05%	0,05%	0,06%	0,04%	0,15%	0,11%
- Druhotné zdroje a ostatní	2,52%	0,14%	0,18%	0,20%	2,73%	2,30%	0,10%	0,12%
Jaderné zdroje - Celkem	36,67%	36,28%	33,13%	30,36%	35,01%	36,88%	39,09%	40,75%

Zdroj: OTE.cz, 2020.

Největší pokles v použití fosilních zdrojů v porovnání s rokem 2019, je u hnědého uhlí. Avšak při porovnání použití hnědého uhlí v předcházejících letech, je zřejmé že žádný velký pokles není, což se nedá říct o černém uhlí. Hnědé uhlí se používá především jako palivo, a jelikož ještě není alternativa OZE, která by úplně pokryla poptávku, použití hnědého uhlí zůstává na úrovni 40 %. Jelikož jaderné zdroje jsou zařazeny do ekologického paliva, jejich využití roste.

Závěr

V moderním světě, s rostoucí mírou spotřeby a v důsledku toho s omezenými energetickými zdroji, rychle nabírá na síle vývoj technologií výroby energie z alternativních, obnovitelných zdrojů. Mezi takové zdroje patří především sluneční a větrná energie, geotermální teplo, energie mořských vln a přílivu a odlivu. Alternativní zdroje energie jsou již dnes široce využívány k řešení problémů s dodávkami energie nejen v průmyslovém měřítku, ale i v soukromém sektoru. Dostupnost technologií pro získávání energie z nevyčerpatelných zdrojů umožňuje stavět energeticky nezávislé domy s ekologicky šetrnou infrastrukturou v odlehlých oblastech a řešit problémy s napájením stávajících zařízení.

Alternativní zdroje energie jako solární a větrná energie se využívají pro zásobování energií a ohřev vody, geotermální teplo ze země – pro vytápění a klimatizaci budov. K přeměně sluneční energie na energii elektrickou dochází pomocí fotovoltaických desek vyrobených z křemíku – nejběžnějšího prvku na planetě. Solární panely na bázi křemíkových plátek mají dlouhou životnost – více než 25 let a v závislosti na technologii výroby si udrží až 80 % své účinnosti v celém zdroji. Množství energie přijaté ze solárních panelů se liší a přímo závisí na lokalitě a sluneční aktivitě v různých ročních obdobích. Účinnost přeměny energie solárních článků dosahuje 20 % a závisí na technologii jejich výroby a čistotě křemíku. Technologie se rychle vyvíjí a ukazatel účinnosti neustále roste.

Provoz větrných turbín se k výrobě elektřiny doporučuje v oblastech s vysokou průměrnou rychlostí větru nebo v období nízké sluneční aktivity. Účinnost přeměny větrné energie není nižší než účinnost solárních zařízení, ale závisí na umístění objektu a správně vypočítaném potenciálu oblasti. Široce se používá pro vytápění budov a geotermální teplo země. Tepelná čerpadla umožňují přijímat teplo z okolního prostředí: země, vody nebo vzduchu. V zimě se geotermální teplo využívá k vytápění budov a v letních měsících umožňuje efektivní odvod tepla pomocí klimatizace. Efektivita využití určitých alternativních zdrojů energie závisí přímo na regionu, ve kterém je instalace požadována. Kvalitní sledování energetického potenciálu umožňuje určit nejvhodnější technologii a vypočítat její návratnost na roky dopředu a také eliminuje chyby spojené s regionálními charakteristikami.

Pro vlastní práci je vybrán rodinný dům v Ústí nad Labem. Celková plocha objektu je 250 m² a celkový instalovaný výkon fotovoltaické elektrárny činí 4,40 kWp. Nejdřív je popsán objekt, na který je nainstalována FVE. Pořizovací cena dle smlouvy o dílo činí 520 548 Kč s DPH. Na základě pořizovací ceny je stanovena hrubá návratnost investic, a to na 19 let. Dále na základě výpočtu výkonu

FVE se snížením výkonu FV panelů a výše úspor, návratnost investic je stanovena na 14 let, což je do roku 2034 let.

I když doba návratnosti investic je poměrně dlouhá, výpočet rentability ukázal, že investování do fotovoltaické elektrárny se vyplatí. Index rentability ROA činí 173 %.

Po dokončení realizace a uvedení FVE do provozu, je podaná žádost o dotaci Nová zelená úsporám. Podle nainstalovaného výkonu a zařazení bateriového uložení, žádost spadá do oblasti podpory C3.5 až C3.7. Celková výše dotace, obdržena zákazníkem, je 170 000 Kč. Při započítání dotace do výpočtu doby návratnosti se investice vyplatí po 10 letech. Hodnota rentability se zvýší na 248 %.

Na základě provedené analýzy lze říct, že investování do FVE se zcela vyplatí a pro snížení pořizovací ceny a doby návratnosti, se doporučuje snížení kapacity bateriového uložení.

Pro zohlednění, jak cena elektrické energie ovlivňuje dobu návratnosti a rentabilitu, jsou použity částky 7,5 Kč/kWh a 10 Kč/kWh. Pokud se jedná o výnosy a úspory z FVE, tak při sazbě 7,5 Kč/kWh činí 1 450 563 Kč a při sazbě 10 Kč/kWh jsou na úrovni 1 934 084 Kč. Doba návratnosti se tak poměrně zlepšila. Při sazbě 7,5 Kč/kWh je 8,5 let, a při sazbě 10 Kč/kWh pouhých 6 let. Co se týče rentability, tak ROA 7,5 Kč/kWh je na úrovni 260 %, a ROA 10 Kč/kWh je 346 %. Z výše uvedených hodnot je zřejmé, že při růstu cen za elektrickou energii, investice do FVE se vrátí rychleji.

6 Seznam použitých zdrojů

ADÁMKOVÁ, Alena, 2021. *Zákon o podporovaných zdrojích energie dopadne na solárních tvrdě*. [online]. [cit.07.10.2021]. Dostupné na WWW: [Zákon o podporovaných zdrojích energie dopadne na solárníky tvrdě | Hospodářské noviny \(HN.cz\)](#)

[Aktuality - Pozor na daňové odpisy u solárních elektráren - Solární asociace \(solarniasociace.cz\)](#)

BECHNIK, Bronislav, 2014: *Stručná historie fotovoltaiky* [online]. [cit.24.06.2021]. TZB Info. WWW: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/11652-strucna-historie-fotovoltaiky>

BERANOVSKÝ, Jiří, MURTINGER, Karel a TOMEŠ, Milan, 2007. *Fotovoltaika. Elektrina ze slunce*. 1.vyd. Brno: ERA, 2007. [cit.20.06.2021]. ISBN 978-80-7366-133-5

BŘEZINOVÁ, Jana, 2020. *Fotovoltaika v roce 2021: Dočkáme se zlevnění solárních systémů?* [online]. [cit.21.06.2021]. Dostupné na WWW: <https://www.elektrina.cz/fotovoltaika-v-roce-2021-dockame-se-zlevneni-solarnich-systemu>

Česká spořitelna, 2022. *Úvěr od Buřinky na rekonstrukci* [online]. [cit.08.03.2022]. Dostupné na WWW: [Úvěr od Buřinky na rekonstrukci | Česká spořitelna \(csas.cz\)](#)

ČESKO. Sdělení č. 18/2017 Sb. m. s. o sjednání Statutu Mezinárodní agentury pro obnovitelné zdroje energie (IRENA)

ČESKO. Zákon č. 310/2013 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, ve znění zákona č. 407/2012 Sb., a další související zákony.

ČESKO. Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)

ČESKO. Zákonu č.542/2020 Sb., o výrobcích s ukončenou životností

DELOITTE, 2019. *Rozvoj obnovitelných zdrojů do roku 2030*. [PDF]. [cit.26.02.2022].

DIVIŠOVÁ, Michaela, 2013. *Jak to bylo a je s fotovoltaikou v Česku*. [online]. [cit.05.10.2021]. Dostupné na WWW: <https://www.penize.cz/nakupy/275131-jak-to-bylo-a-je-s-fotovoltaikou-v-cesku>

OTE, 2020. *Národní energetický mix* [online]. [cit.15.03.2022]. Dostupné na WWW: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/narodni-energeticky-mix>

EU. Směrnice 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů

FINANCE V PRAXE, 2020. *Ukazatele rentability kapitálu* [online]. [cit.26.02.2022]. Dostupné na WWW: [Význam rentability a ukazatele rentability kapitálu vzorce \(financevpraxi.cz\)](#)

KVĚTOSLAV, Kotal, RADEK, Šenka Poul, 2020. *Stav FVE v České republice* [online]. [cit.20.06.2021]. Časopis světlo, 2020. Dostupné na WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/stav-fve-v-ceske-republice--15458>

MATAS, Vladimír, 2021. *Jak se recyklují solární panely a kdo za to zaplatí?* [online]. [cit.28.02.2022]. Dostupné na WWW: [Kdo zaplatí recyklaci solárních panelů? | Solární Experti \(solarniexperti.cz\)](https://www.solarniexperti.cz/)

Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2021. *Operační program Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost (2021-2027)*. [online]. [cit.05.10.2021]. Dostupné na WWW: <https://www.mpo.cz/cz/podnikani/dotace-a-podpora-podnikani/optak-2021-2027/aktualni-informace/vlada-schvalila-op-tak--ktery-v-pristich-letech-podpori-rozvoj-ceskych-firem--263692/>

MOTLÍK, Jan,2007. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Praha: ČEZ, 2007. [cit.20.06.2021]. ISBN 978-80-239-8823-9.

NOS,Filip, 2021. *Základní možnosti připojení fotovoltaické elektrárny. Se sítí nebo bez ní?* [online]. [cit.26.10.2021]. Dostupné na WWW: <https://www.estav.cz/cz/6456.fotovoltaika-jak-se-lisi-zarizeni-pro-primou-spotrebu-a-pro-prodej-elektricke-energie-do-site>

Nová zelená úsporám, 2021. *Fotovoltaické systémy* [online]. [cit.05.10.2021]. Dostupné na WWW: [Rodinné domy – Nová zelená úsporám \(novazelenausporam.cz\)](https://www.novazelenausporam.cz/)

PIKEREL, Kelly, 2018. *The long history of solar PV* [online]. [cit.24.06.2021]. Dostupné na WWW: <https://www.solarpowerworldonline.com/2018/01/long-history-solar-pv/>

PPC Group,2022. *Provozní životnost a likvidace solárních panelů* [online]. [cit.28.02.2022]. Dostupné na WWW: [Provozní životnost a likvidace solárních panelů - Produktový portál skupiny PCC](https://www.pcc.cz/provoznizivotnost-a-likvidace-solarnich-panelu)

REN21, 2020. *RENEWABLES 2020, Global status report* [PDF]. [cit.01.03.2022].

ŘEHÁK, Jiří, BÁRTEK Jiří, BAŘINKA, Radim, 2011. *Fotovoltaika a fotovoltaické systémy v podmínkách ČR a jejich navrhování* [online]. [PDF]. [cit.22.06.2021]. Časopis ČEA. PDF.

SEZONY ROKU, 2021: *Alternativní druhy energie* [online]. [cit.21.06.2021]. Dostupné na WWW: [Альтернативные источники энергии: виды и использование \(xn----8sbiecm6bhdx8i.xn--p1ai\)](https://www.sezonyroku.cz/alternativni-druhy-energie)

SOLARITY,2020. *Hlavní trendy ve fotovoltaice pro rok 2020*. [online]. [cit.22.02.2022]. Dostupné na WWW: [Hlavní trendy ve fotovoltaice pro rok 2020 - Solarity | Distributor a poskytovatel řešení fotovoltaických systémů](https://www.solarity.cz/hlavni-trendy-ve-fotovoltaice-pro-rok-2020)

SOLÁRNÍ ASOCIACE, 2019. *Pozor na daňové odpisy u solárních elektráren*. [online]. [cit.26.02.2022]. Dostupné na WWW: [Aktuality - Pozor na daňové odpisy u solárních elektráren - Solární asociace \(solarniasociace.cz\)](https://www.solarniasociace.cz/aktuality)

SOLÁRNÍ ASOCIACE, 2021. *Konference Solární energie a akumulace v ČR 2021* [online]. [cit.21.06.2021]. Dostupné na WWW: <https://www.solarniasociace.cz/cs/akce/21861-konference-solarni-energie-a-akumulace-v-cr-2021>

SOLARTEC. *Legislativa*. [online]. [cit.22.06.2021]. Dostupné na WWW: <https://www.solartec.cz/rodinne-domy-a-strechy/fotovoltaika/legislativa>

STANĚK, Kamil, 2012. *Fotovoltaika pro budovy*. Praha: Grada pro Katedru konstrukcí pozemních staveb Fakulty stavební Českého vysokého učení technického v Praze. ISBN 978-80-247-4278-6.

SVP SOLÁR, 2021. *Hybridní fotovoltaická elektrárna*. [online]. [cit.26.10.2021]. Dostupné na WWW: <https://www.svp-solar.cz/fotovoltaika/hybridni-fotovoltaicke-elektrarny/>

TRNAVSKÝ, Jiří, 2021. *Trendy ve fotovoltaice do roku 2025*. [online]. [cit.22.02.2022]. Dostupné na WWW: [Trendy ve fotovoltaice do roku 2025 - Energie 21](#)

TZB Info, 2013. *Výše výkupních cen a zelených bonusů pro rok 2013* [online]. [cit.19.06.2021]. Dostupné na WWW: <https://www.tzb-info.cz/10952-vyse-vykupnich-cen-a-zelenych-bonusu-pro-rok-2013>

UDAROV, Sergey, 2012. *Fotovoltaické elektrárny*. Vydání LAP Lambert Academic Publishing [cit.18.06.2021]. ISBN 9783-65-927-688-0.

VÁŠ SLUNEČNÍ DŮM, 2021. *Monokrystalické nebo polykrystalické solární moduly: Co je lepší vybrat?* [online]. [cit.26.10.2021]. Dostupné na WWW: <https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/mono-or-poly-solar-panels.htm>

VISSMANN, 2021. *Fotovoltaika a nedostatek sluneční energie*. [online]. [cit.26.10.2021]. Dostupné na WWW: <https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/fotovoltaika-nedostatek-slunecni-energie.html>

VOBOŘIL, David, 2016. *Vodní elektrárny - princip, rozdělení, elektrárny v ČR*. [online]. [cit.22.06.2021]. Dostupné na WWW: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje-energie/vodni-elektrarny-princip-a-rozdeleni>

ZEMKOVÁ, Barbora, 2020. *Střídače do fotovoltaické elektrárny: Jak vybrat ten nejvhodnější?* [online]. [cit.07.10.2021]. Dostupné na WWW: [Střídače do fotovoltaické elektrárny: Jak vybrat ten nejvhodnější? | Elektřina.cz \(elektrina.cz\)](#)

7 Přílohy

Příloha 1 Žádost o připojení elektrického zařízení

DISTRIBUCE **ŽÁDOST**

o připojení elektrického zařízení k distribuční soustavě z napěťové hladiny nízkého napětí

- NOVÝ ODBĚR TRVALÝ KRÁTKODOBÝ
 ZMĚNA STÁVAJÍCÍHO ODBĚRU
 REZERVOVANÝ PŘÍKON CHARAKTER ODBĚRU ROZDĚLENÍ / SLOUČENÍ
 UMÍSTĚNÍ MĚŘENÍ NAPĚŤOVÁ HLADINA
 PŘIPOJENÍ NOVÉHO MIKROZDROJE (provaz. bez licence v souladu s § 28, odst. 5 a 6 EZ)
 ZMĚNA PŘIPOJENÉHO MIKROZDROJE (provaz. bez licence v souladu s § 28, odst. 5 a 6 EZ)
 ZMĚNA ŽÁDOSTI č. 412
 PRÁVA - SMLUVNÍ ÚDAJE REZERVOVANÝ PŘÍKON CHARAKTER ODBĚRU
 MÍSTO PŘIPOJENÍ

PROVOZOVATEL DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY (dále jen PDS)

ČEZ Distribuce, a.s. Děčín - Děčín IV- Podmokly, Teplická 874/B, PSČ 405 02 | IČO 24729035 | DIČ CZ24729035 | zapsána v obchodním rejstříku vedeném Krajským soudem v Ústí nad Labem, sp. zn. B 2345 | licence na distribuci elektřiny č. 121015583 | registrační číslo u OTE: 718 | info@cezdistribece.cz | www.cezdistribece.cz

D

ZÁKAZNICKÉ ČÍSLO	ČÍSLO ELEKTROMĚRU	
ŽADATEL		
JMÉNO, PŘÍJMENÍ, TITUL / OBCHODNÍ FIRMA / NÁZEV		
DATUM NAROZENÍ / IČO	DIČ CZ	
ADRESA MÍSTA TRVALÉHO POBYTU / SÍDLA SPOLEČNOSTI		
ULICE	Č. P. / Č. O.	PSČ
OBEC	MÍSTNÍ ČÁST	
ZAPSANÁ V OR / ŽR VEDENÉM	SP. ZN.	
ZASTOUPENÁ		
TELEFON		
E-MAIL		
OSOBA OPRÁVNĚNÁ PRO TECHNICKÉ ZÁLEŽITOSTI (vyplnit pouze při odlišnosti od Žadatele)		
JMÉNO A PŘÍJMENÍ	TITUL	
TELEFON	MOBIL	
E-MAIL		
ADRESA PRO ZASLÁNÍ VYJÁDRĚNÍ K ŽÁDOSTI (vyplnit pouze při odlišnosti od adresy Žadatele)		
<input type="checkbox"/> ZAŠKTNĚTE V PŘÍPADĚ, ŽE POŽADUJETE NA TUTO ADRESU ZASÍLAT VEŠKEROU KORESPONDENCI SPOJENOU S TOUTO ŽÁDOSTÍ		
JMÉNO, PŘÍJMENÍ, TITUL / OBCHODNÍ FIRMA / NÁZEV		
ULICE	Č. P. / Č. O.	PSČ
OBEC	MÍSTNÍ ČÁST	
ODBĚRNÉ MÍSTO (dále jen OM)	EAN	#59182400
ULICE	Č. P. / Č. O.	PSČ
OBEC	MÍSTNÍ ČÁST	
Č. PARCELNÍ (u novostavby)	KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ (u novostavby)	
PATRO	ČÍSLO BYTU	UPŘESNĚNÍ MÍSTA ODBĚRU
TECHNICKÁ SPECIFIKACE		
POŽADOVANÝ HLAVNÍ JISTIČ PŘED ELEKTROMĚREM	<input type="checkbox"/> 1-FÁZOVÝ	<input type="checkbox"/> 3-FÁZOVÝ
ÚČEL ODBĚRU	<input type="checkbox"/> BYDLENÍ (trvale připojení)	<input type="checkbox"/> REKREACE (chata, zahrada)
	<input type="checkbox"/> PODNIKÁNÍ	<input type="checkbox"/> průmysl
	<input type="checkbox"/> KRÁTKODOBÉ PŘIPOJENÍ	<input type="checkbox"/> poutě, atrakce
		<input type="checkbox"/> NEMĚŘENÝ ODBĚR
		<input type="checkbox"/> obchod, služby, státní správa
		<input type="checkbox"/> stavba
STÁVAJÍCÍ/POŽADOVANÉ UMÍSTĚNÍ MĚŘENÍ	<input type="checkbox"/> V PILÍŘI, V OPLOCENÍ	<input type="checkbox"/> NA FASÁDĚ
	<input type="checkbox"/> NA CHODBĚ	<input type="checkbox"/> VE SKLEPĚ
	<input type="checkbox"/> VE SPOLEČNÉ ROZVODNĚ	<input type="checkbox"/> V BYTĚ, V CHATĚ
		<input type="checkbox"/> V PROVIZORNÍM ROZVADĚČI
POŽADOVANÝ TERMÍN PŘIPOJENÍ OD	PRO KRÁTKODOBÉ PŘIPOJENÍ TRVÁ NÍ DO	

SKUPINA ČEZ

www.cezdistribece.cz

SOUČTOVÝ PŘÍKON VŠECH SPOTŘEBIČŮ V OM

(UVEĎTE PŘÍKON VŠECH SPOTŘEBIČŮ, KTERÉ BUDOU VYUŽÍVÁNY V ODBĚRNÉM MÍSTĚ PO POŽADOVANÉ ZMĚNĚ - STÁVAJÍCÍ I NOVÉ)

SPOTŘEBIČE		SPOTŘEBIČE SE ZPĚTNÝMI VLIVY	
Osvětlení	KW	Pohony, světláky nad 3,5 kW	KW
Přívěse pokrmů – třířizové připojení	KW	Technologické ohřevy	KW
Ohřev vody (TUV) – akumulární	KW	Chlazení	KW
Akumulární topení	KW	Zasňňžování	KW
Přímotopné topení	KW	Závlahy	KW
Tepeľné čerpadlo (přiklon pohonu)	KW	Záložní zdroj elektřiny	KW
Klimatizace	KW	ELEKTROMOBILITA	
Ostatní spotřebiče do 3,5 kW	KW	Elektromobil (přiklon dobíjení pro vlastní elektromobil)	KW
TEPELNÉ ČERPADLO – SPECIFIKACE		Dobíjecí stanice pro podnikání - standardní (do 22 kW)	KW
Jmenovité napětí (počet fází) <input type="checkbox"/> 1-fázové <input type="checkbox"/> 3-fázové připojení		Dobíjecí stanice pro podnikání - výkonná (nad 22 kW)	KW
Rozběhový proud	A		

Přiklon dotopu uveďte do políčky Přímotopné topení výše.

SPECIFIKACE MIKROZDROJE

Stázející instalovaný výkon	KW	Požadovaný instalovaný výkon	KW
Stázející rezervovaný výkon pro výrobu	KW	Požadovaný rezervovaný výkon pro výrobu	KW

DRUH MIKROZDROJE FVE na objektu FVE volně stojící vodní větrné plynové a spalovací ostatní/kombinované
 jiný typ:

ZPŮSOB PROVOZU dle § 28, odst. 5 a 6 EZ

Odběrné místo s mikrozdrcem je schopno ostrovního provozu ano ne

V OM jsou instalovány baterie pro akumulaci vyrobené elektřiny ano, kapacita stázející: KW/h, kapacita požadovaná: KW/h ne

GENERÁTOR

Asynchronní Synchronní Se střídačem Fotočlánkový se střídačem a s připojením 1F 3F

ŠTÍTKOVÉ ÚDAJE JEDNOHO GENERÁTORU/ STŘÍDAČE

(V případě existencie více typů zařízení doplňte samostatnou přílohou, která obsahuje tyto uvedené parametry)

VYPLŇTE VŽDY:		Účinník generátoru $\cos \varphi$	
Typ generátoru/ střídače		Počet generátorů/ střídačů	
Výrobce		Rok výroby	
Jmenovité napětí U_n	[KV]	Jmenovitý proud I_n	[A]
Záložní výkon S_n	[KVA]	Jmenovitý činný výkon P_n	[KW]

VYPLŇTE PRO VŠECHNY TYPY KROMĚ FVE:

Jmenovitý jalový výkon Q_n [KVAR] Rozběhový (zaplnecí) proud I_s [A]

VYPLŇTE POUZE PRO FVE:

Typ panelů Počet panelů ks

Jmenovitý výkon panelu P_n [W] Řídicí frekvence střídače vlastní síťová

POVINNÉ PŘÍLOHY

- KATASTRÁLNÍ MAPA S VYZNAČENÍM POZEMKU NEBO STAVBY (u nových odběrů)
- ODDĚLOVACÍ GEOMETRICKÝ PLÁN U NOVĚ VZNIKAJÍCÍCH POZEMKŮ (PARCEL)
- DOTAZNÍK PRO PŘIPOJENÍ SPOTŘEBIČŮ SE ZPĚTNÝMI VLIVY (jsoú-li připojovány)
- JEDNOPÓLOVÉ SCHÉMA ZAPOJENÍ MIKROZDROJE DO ODBĚRNÉHO MÍSTVA ČETNĚ ZAPOJENÍ AKUMULACE (je-li instalováno)

POKYNY A UPOZORNĚNÍ PRO ŽADATELE

- a) Žádost o připojení bude zpracována v souladu s ustanoveními pro připojení odběrného zařízení k zařízení distribuční soustavy PDS podle zákona č. 459/2000 Sb., v platném znění, energetický zákon (dále jen EZ) a prováděcích vyhlášek v platném znění.
- b) Ve smyslu příslušných právních předpisů Věrn bude stanovena výše podílu na nákladech spojených s připojením a se zajištěním požadovaného příkonu.
- c) Osobní údaje subjektu údajů jsou zpracovávány v souladu s příslušnými a k právně platnými a účinnými právními předpisy České republiky a Evropské unie. Bližší informace týkající se zpracování osobních údajů a právních předpisů, na jejichž základě je zpracování prováděno, jsou dostupné na stránkách www.cezdistribuce.cz/gpnr nebo je PDS subjektu údajů na požádání poskytne.
- d) PDS je oprávněn od žadatele požadovat doplnění této žádosti.

PROHLÁŠENÍ ŽADATELE

Žadatel potvrzuje správnost a pravdivost údajů uvedených v této žádosti i na všech přílohách k této žádosti, a že má k připojení odběrného zařízení souhlas vlastníka(ů) dotčených nemovitostí(). Žadatel dále uvádí, že je seznámen s možnými následky neposkytnutí údajů v patřebném rozsahu pro realizaci posouzení této žádosti.

ZA ŽADATELE

V _____ DNE _____

JMÉNO, PŘÍJMENÍ, FUNKCE

PODPIS (RAZÍTKO)

SKUPINA ČEZ

www.cezdistribuce.cz

Zdroj: čez.cz



Zpráva o instalaci a uvedení nového zdroje energie do provozu – oblast C.2, C.3

- C.2: SOL, SOL+ Solární termické systémy
 C.2: FV Solární fotovoltaický ohřev vody
 C.2: TČ-V Tepelné čerpadlo pro ohřev vody
 C.3 Fotovoltaické systémy

1. IDENTIFIKACE NEMOVITOSTI

Místo instalace:			
Obec:		PSČ:	
Ulice:		Číslo popisné (evidenční):	
Kraj:			

2. INSTALOVANÝ TYP SYSTÉMU PRO OHŘEV VODY

Instalované akumulční nádrže			
Typ 1:		objem (l):	kusů:
Užití:	<input type="checkbox"/> topná voda	<input type="checkbox"/> teplá voda	<input type="checkbox"/> kombinovaná
Typ 2:		objem (l):	kusů:
Užití:	<input type="checkbox"/> topná voda	<input type="checkbox"/> teplá voda	<input type="checkbox"/> kombinovaná
Typ 3:		objem (l):	kusů:
Užití:	<input type="checkbox"/> topná voda	<input type="checkbox"/> teplá voda	<input type="checkbox"/> kombinovaná

2.1 Solární termické systémy (SOL, SOL+) Ano Ne

Počet napojených bytových jednotek (pouze BD):	
Solární systém s možností přítápění:	<input type="checkbox"/> Ano <input type="checkbox"/> Ne
Instalované solární termické panely	
Typ 1:	SVT: kusů: Plocha apertury (m ²):*
Typ 2:	SVT: kusů: Plocha apertury (m ²):*

*pro výrobky zapsané v SVT nepovinný údaj

2.2 Solární fotovoltaický ohřev vody (FV) Ano Ne

Počet napojených bytových jednotek (pouze BD):	
Instalované solární fotovoltaické panely	
Typ 1:	SVT: kusů: Výkon panelu (Wp):
Typ 2:	SVT: kusů: Výkon panelu (Wp):
Celkový výkon napojených topných těles ohřevu vody (kW):	
Regulace ohřevu vody (solární regulátor nebo měnič s MPPT)	
Typ:	SVT: kusů:

Zpráva o instalaci a uvedení nového zdroje energie do provozu – oblast C.2, C.3 / verze 1, platná od 21. 9. 2021

2.3 Tepelné čerpadlo pro ohřev vody (TČ-V) Ano Ne

Počet napojených bytových jednotek (pouze BD):			
Instalovaná tepelná čerpadla			
Typ 1:	SVT:	kusů:	Výkon ohřevu (kW):
Tepelné čerpadlo vzduch-voda		<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Využití odpadního vzduchu z obytných prostor:		<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Využití (čerstvého) vzduchu z exteriéru:		<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Jiný typ (zemní kolektor apod...):		<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Typ 2:	SVT:	kusů:	Výkon ohřevu (kW):
Tepelné čerpadlo vzduch-voda:		<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Využití odpadního vzduchu z obytných prostor:		<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Využití (čerstvého) vzduchu z exteriéru:		<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Jiný typ (zemní kolektor apod...):		<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne

3. INSTALOVANÝ FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM (FVE)

Instalace fotovoltaického systému		<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Počet napojených bytových jednotek (pouze BD):			
Celkový instalovaný výkon FV panelů (kWp):		Celkový instalovaný výkon měničů (kW):	
Nevyužitá energie dodávána do sítě:		<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
První paralelní připojení provedeno:	<input type="checkbox"/> Ano – datum:		<input type="checkbox"/> Neprovádí se

Akumulace s využitím el. akumulátorů:		<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Z toho aku na bázi LiThia (kWh):		Jiné typy akumulátorů (kWh):	

Využití pro ohřev vody (akumulace do vody):		<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Celková objem akumulčních nádrží (litry):		Celkový výkon napojeného ohřevu vody (kW):	

Instalované solární fotovoltaické panely			
Typ 1:	SVT:	kusů:	Výkon panelu (Wp):
Typ 2:	SVT:	kusů:	Výkon panelu (Wp):

Instalované měniče			
Typ 1:	SVT:	kusů:	Výkon (kW):
Hybridní měnič:		<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Typ 2:	SVT:	kusů:	Výkon (kW):
Hybridní měnič:		<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne

Zpěvek o instalaci a uvedení nového zdroje energie do provozu – oblast C.2, C.3 / verze 1, platná od 21. 9. 2021

Státní fond životního prostředí ČR, sídlo: Kaplánova 1931/1, 148 00 Praha 11
 korespondenční a kontaktní adresa: Olbrachtova 2006/9, 140 00 Praha 4, T: +420 267 994 300; IČ: 00020729
www.novazelenausporam.cz, Zelená linka pro žadatele o dotace: 800 260 500, e-mail: info@sfzp.cz

2

4. INFORMACE O OHŘEVU VODY (v případě fotovoltaických systémů bez akumulace přebytků do vody se nevyplňuje)

Stávající systém ohřevu vody (v případě více zdrojů vyberte převládající):			
<input type="checkbox"/> Elektrina	<input type="checkbox"/> Plyn	<input type="checkbox"/> Tuhá fosilní paliva	<input type="checkbox"/> Dřevo a jiná biomasa
<input type="checkbox"/> Centrální zásobování teplem		<input type="checkbox"/> Jiný, uveďte: _____	
Nový stav, doplňkový typ ohřevu vody (v případě více zdrojů vyberte převládající):			
<input type="checkbox"/> Elektrina	<input type="checkbox"/> Plyn	<input type="checkbox"/> Tuhá fosilní paliva	<input type="checkbox"/> Dřevo a jiná biomasa
<input type="checkbox"/> Centrální zásobování teplem		<input type="checkbox"/> Jiný, uveďte: _____	

5. POZNÁMKY

6. POTVRZENÍ MONTÁŽNÍ FIRMY

Firma:	_____	IČ:	_____
Oprávnění k montáži obnovitelných zdrojů dle §10d zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií:			
<input type="checkbox"/> Ano, číslo oprávnění:	_____	<input type="checkbox"/> Ne	
Montáž provedl (jméno, příjmení):	_____		
Instalace dokončena dne:	_____		

V _____ dne _____

podpis a razítko

7. POTVRZENÍ ŽADATELE

Dílo převzal (jméno, příjmení):	_____
---------------------------------	-------

V _____ dne _____

podpis

¹ Uveďte číslo oprávnění relevantního pro instalovaný nový zdroj.

Zpráva o instalaci a uvedení nového zdroje energie do provozu – oblast C.2, C.3 / verze 1, platná od 21.9.2021

Státní fond životního prostředí ČR, sídlo: Kaplanova 1331/1, 148 00 Praha 11
korespondenční a kontaktní adresa: Olbrachtova 2006/9, 140 00 Praha 4, T: +420 267 994 300; IČ: 00020729
www.novazelenausporam.cz, Zelená linka pro žadatele o dotace: 800 260 500, e-mail: info@sfpz.cz

3

SunVivo PM060MW2/PM060MB2 (290 ~ 310 Wp)

Electrical Data

Typ. Nominal Power P_{in}	290W	295W	300W	305W	310W
Typ. Module Efficiency	17.8%	18.1%	18.4%	18.7%	19.1%
Typ. Nominal Voltage V_{mp} (V)	32.3	32.6	32.7	32.9	33.1
Typ. Nominal Current I_{mp} (A)	8.99	9.05	9.18	9.28	9.38
Typ. Open Circuit Voltage V_{oc} (V)	39.7	39.8	39.9	40.2	40.5
Typ. Short Circuit Current I_{sc} (A)	9.57	9.63	9.80	9.91	10.02
Maximum Tolerance of P_{in}	0 / +3%				

• Above data are the effective measurement at Standard Test Conditions (STC)
 • STC: irradiance 1000 W/m², spectral distribution AM 1.5, temperature 25 ± 2 °C, in accordance with EN 60904-3
 • Back sheet (PM060MB2) is used for 290 & 300W; white back sheet (PM060MW2) is for 295-310W

Temperature Coefficient

NOCT	46 ± 2 °C
Typ. Temperature Coefficient of P_{in}	-0.42 % / K
Typ. Temperature Coefficient of V_{oc}	-0.30 % / K
Temperature Coefficient of I_{sc}	0.05 % / K

• NOCT: Normal Operation Cell Temperature, measuring conditions: irradiance 800 W/m², AM 1.5, air temperature 20 °C, wind speed 1 m/s

Mechanical Characteristics

Dimensions (L x W x H)	1640 x 992 x 40 mm (64.57 x 39.05 x 1.57 in)
Weight	19 kg (41.89 lbs)
Front Glass	High transparent solar glass (tempered), 3.2 mm (0.13 in)
Cell	60 monocrystalline solar cells
Back Sheet	Composite film
Frame	Anodized aluminum frame
Junction Box	IP-67 rated with 3 bypass diodes
Connector Type & Cables	TE Connectivity PV4: 1 x 4 mm ² (0.04 x 0.16 in ²), Length: each 1.0 m (39.37 in)

Operating Conditions

Operating Temperature	-40 ~ +85 °C
Ambient Temperature Range	-40 ~ +45 °C
Max. System Voltage IEC/UL	1000V / 1000V
Serial Fuse Rating	15 A
Maximum Surface Load Capacity	Tested up to 5400 Pa according to IEC 61215 (advanced test)

Warranties and Certifications

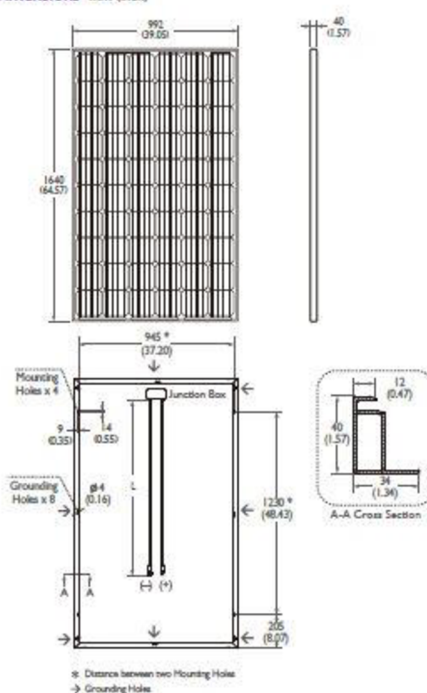
Product Warranty	Maximum 12 years for material and workmanship
Performance Guarantee	Guaranteed linear degradation to 80% for 25 years *1
Certifications	According to IEC/EN 61215, IEC/EN 61730 and UL 1703 guidelines *2

*1: Please refer to warranty letter for detail
 *2: Please confirm other certifications with official dealers

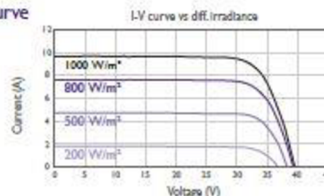
Packing Configuration

Container	20' GP	40' GP	40' HQ
Pieces per Pallet	26	26	26
Pallets per Container	6	14	28
Pieces per Container	156	364	728

Dimensions mm (inch)



I-V Curve



Current/voltage characteristics with dependence on irradiance and module temperature.



AU Optronics Corporation
 No. 1, Li-Hsin Rd. 2, Hsinchu Science Park, Hsinchu 30078, Taiwan
 Tel: +886-3-500-8899 www.BenQSolar.com

AUO BenQ Solar is a division of AU Optronics. This datasheet is printed with soy ink.
 © Copyright September 2015 AU Optronics Corp. All rights reserved. Information may change without notice.



BenQ Solar