

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**MASARYKŮV ÚSTAV
VYŠŠÍCH STUDIÍ**



**DIPLOMOVÁ
PRÁCE**

2022/2023

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studie proveditelnosti

Pořízení fotovoltaické elektrárny na rodinný dům

Feasibility Study

Acquisition of a Photovoltaic Power Plant for a Family House

STUDIJNÍ PROGRAM

N0413A050002 – Projektové řízení inovací

VEDOUCÍ PRÁCE

doc. Ing. Dalibor Vytlačil, CSc

ŠIMON

BÍLEK

2023

BÍLEK, Šimon. Studie proveditelnosti – pořízení fotovoltaické elektrárny na rodinný dům.
Praha: ČVUT 2023. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův
ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV
VYŠŠÍCH STUDIÍ
ČVUT V PRAZE**

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Bílek** Jméno: **Šimon** Osobní číslo: **478248**
Fakulta/ústav: **Masarykův ústav vyšších studií**
Zadávající katedra/ústav: **Institut manažerských studií**
Studijní program: **Projektové řízení inovací**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Studie proveditelnosti – Pořízení fotovoltaické elektrárny na rodinný dům

Název diplomové práce anglicky:

Feasibility Study - Acquisition of a Photovoltaic Power Plant for a Family House

Pokyny pro vypracování:

Cíl: Vyhodnocení možnosti umístění fotovoltaického zdroje z hlediska statiky, legislativy, finanční nákladnosti a dále zjištění zda se projekt vyplatí z hlediska návratnosti investice a bezpečnostních rizik.
Přínos: Poskytnout pohled na problematiku rozhodování vzhledem k daným kritériím plynoucích ze záměru pořízení fotovoltaické elektrárny. Výstupem, kromě vyhodnocení studie proveditelnosti, bude také praktický manuál pro výběr, který bude sloužit především potenciálním investorům do fotovoltaiky.
Osnova: 1. Úvod; 2. Teoretická část – domácnost (typy), kritéria, varianty, metoda hodnocení variant (vstupy rozhodovací analýzy); 3. Praktická část – hodnocení kritérií (rozhodovací analýza), vytvoření manuálu, 4. Závěr
Metody: Hodnocení efektivity projektů, časové plánování, analýza rizik.

Seznam doporučené literatury:

PAVLÍČEK, Michal. Fuzzy model rozhodování investora do fotovoltaických technologií v předprojektční fázi: Fuzzy model of investor's decision into photovoltaic technologies during pre-design phase : zkrácená verze Ph.D. Thesis. [V Brně]: [Vysoké učení technické], [2016]. ISBN 978-80-214-5348-7.
STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR, Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory v programu Nová zelená úsporám v rámci Národního plánu obnovy – Bytové domy vydané dle směrnice MŽP č. 8/2021, Kaplanova 1931/1, 148 00 Praha 11, 21. 9. 2022
LUKÁŠEK, Kamil a Jiří VANĚK. Stav fotovoltaiky v České republice. 2015.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

doc. Ing. Dalibor Vytlačil, CSc. katedra inženýrské informatiky FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **09.12.2022** Termín odevzdání diplomové práce: **17.08.2023**

Platnost zadání diplomové práce: _____

doc. Ing. Dalibor Vytlačil, CSc.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Dagmar Skokanová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. PhDr. Vladimíra Dvořáková, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citoval a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování

Chci poděkovat svému vedoucímu, doc. Ing. Daliboru Vytlačilovi, CSc za to, že mi byl vždy k dispozici a poskytoval cennou zpětnou vazbu.

Abstrakt

Práce se zabývá problematikou fotovoltaiky jako moderního zdroje obnovitelné energie. V teoretické části je poskytnut přehled o principu fungování fotovoltaických článků, různých typech fotovoltaických systémů a technických variantách jejich instalace. Zvláštní důraz je kladen na instalaci fotovoltaických elektráren na rodinné domy. Dále jsou analyzovány fotovoltaické služby a klíčové aspekty týkající se investic do fotovoltaických elektráren, jako jsou dotace, ekonomická rentabilita, legislativní požadavky a rizika. V praktické části je prezentován projekt instalace fotovoltaické elektrárny s ohledem na statiku umístění, finanční náročnost a bezpečnostní rizika.

Klíčová slova

Analýza investic, energetická soběstačnost, fotovoltaické systémy, fotovoltaika, obnovitelná energie, sluneční energie, solární panely, udržitelnost, vliv na životní prostředí, zelená technologie

Abstract

The thesis deals with the issue of photovoltaics as a modern source of renewable energy. The theoretical part provides an overview of the basic principles of photovoltaic cells, different types of photovoltaic systems and technical variants of their installation. Special emphasis is placed on the installation of photovoltaic power plants on family houses. Furthermore, PV services and key aspects related to PV investments such as subsidies, economic viability, legislative requirements and risks are analysed. In the practical part, the design of a PV plant installation is presented with regard to the static siting, financial requirements and safety risks.

Key words

Consumer, Consumer Protection, Unfair Commercial Practices, Financial Arbitrator, Czech Republic, European Union

Obsah

ÚVOD	10
1 FOTOVOLTAIKA.....	12
1.1 Funkce fotovoltaického článku	13
1.2 Fotovoltaika v ČR	15
1.3 Typy odběratelů.....	18
1.4 Typy fotovoltaických systémů	20
1.5 Varianty technických řešení.....	23
1.5.1 Instalace fotovoltaické elektrárny na rodinný dům.....	27
1.5.2 Základní rozdíly mezi fotovoltaickými elektrárnami.....	28
2 FOTOVOLTAICKÉ SLUŽBY.....	30
2.1 Aspekty investice do fotovoltaické elektrárny	31
2.2 Dotace.....	33
2.2.1 Nová zelená úsporám	34
2.3 Ekonomická rentabilita	36
2.4 Legislativa.....	36
2.5 Rizika	37
2.6 Statistiky fotovoltaických instalací v ČR.....	38
3 PROJEKT INSTALACE FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY.....	41
3.1 Možnosti umístění fotovoltaického zdroje z pohledu statiky	41
3.2 Finanční náročnost projektu	45
3.3 Ekonomické zhodnocení investice.....	47
3.4 Realizace projektu.....	50
3.5 Bezpečnostní rizika	51
3.6 Desatero pro potenciální investory do fotovoltaické elektrárny	53
4 ZÁVĚR	57
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ	62

Úvod

V dnešní době, kdy se lidstvo potýká s narůstajícími environmentálními výzvami a závislostí na fosilních palivech, se stále více rodin a jednotlivců obrací k udržitelným a ekologickým způsobům získávání energie. Jedním z nejvíce inovativních a ekonomicky výhodných řešení je využití fotovoltaických elektráren. Tato zařízení umožňují transformovat sluneční energii na čistou elektrickou energii, snižující nejen náklady na elektřinu, ale také škodlivé emise skleníkových plynů. Fotovoltaické elektrárny jsou zařízení, která využívají fotovoltaických článků k přeměně slunečního záření na elektrickou energii. Tento fenomén je založen na fotoelektrickém jevu, který objevil již Albert Einstein na začátku 20. století. Funkce fotovoltaických elektráren je založena na propojení tisíců či milionů těchto fotovoltaických článků do solárních panelů. Tyto panely jsou následně instalovány na střechy nebo fasády rodinných domů, aby maximalizovaly absorpci slunečního světla během dne. Výsledkem je produkce stejnosměrné elektrické energie, kterou lze následně použít přímo pro napájení elektrických spotřebičů nebo ji ukládat do baterií pro noční nebo oblačné dny.

Cílem práce je vyhodnotit možnosti instalace fotovoltaického zdroje na rodinném domě z hledisek statiky, legislativy, finanční nákladnosti a apod., zjistit, zda se projekt vyplatí z hlediska ekonomické návratnosti investice a posoudit příslušná bezpečnostní rizika. Práce poskytne pohled na problematiku rozhodování vzhledem k daným kritériím plynoucích ze záměru pořízení fotovoltaické elektrárny. Výstupem práce bude praktický manuál pro výběr, který bude sloužit potenciálním investorům do fotovoltaiky.

Práce vysvětluje, co jsou fotovoltaické elektrárny, jak fungují, a jaké jsou hlavní výhody a nevýhody jejich instalace a dále se zaměřuje na praktické aspekty implementace fotovoltaické elektrárny na rodinný dům, včetně potřebných kroků, technologií a nákladů spojených s tímto projektem. Instalace fotovoltaické elektrárny na rodinný dům přináší nespočet výhod, které jsou nejen pro majitele domu, ale také pro širší společnost a životní prostředí. Mezi hlavní benefity patří výroba vlastní elektrické energie, snížení závislosti na elektroenergetických sítích a snížení měsíčních nákladů na elektřinu. Fotovoltaické elektrárny nevytvářejí škodlivé emise ani nevyužívají fosilní paliva, což přispívá k ochraně životního prostředí a snižuje emise skleníkových plynů. Fotovoltaická elektrárna je dlouhodobou investicí, která může snížit energetickou závislost rodiny po mnoho desetiletí.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Fotovoltaika

Lidstvo již po tisíce let zkoumá využívání energie a stále objevuje nové a efektivnější způsoby, jak ji získávat a využívat. Jedním z neuvěřitelných zdrojů energie je Slunce, které má zásadní význam pro život na naší planetě. Poskytuje teplotu a světlo a umožňuje fotosyntézu rostlin, díky které se anorganické látky proměňují v organické. Rostliny jsou klíčovým zdrojem potravy a energie. Slunce má také svůj podíl na vzniku dalších paliv, jako jsou dřevo, uhlí, ropa a zemní plyn. Díky moderním technologiím jsme v posledních desetiletích schopni přímo přeměňovat energii slunečních paprsků na elektrickou energii pomocí solárních článků. Tato technologie nám umožňuje efektivněji využívat sluneční energii a snižovat závislost na tradičních fosilních palivech (Kleczek, 2004).

Z hlediska životního prostředí patří získávání energie ze slunečního záření mezi ekologicky šetrné a čisté zdroje energie, stejně jako ostatní obnovitelné zdroje energie. Sluneční energie je zdroj, který je v přírodě dostupný a je považován za nevyčerpatelný. Moderní solární systémy jsou účinné a umožňují vyrobit až 110 kWh elektrické energie za rok z jednoho metru aktivní plochy (Oberon, 2023).

Fotovoltaická elektrárna (FVE) je zařízení, které přeměňuje sluneční energii na elektrickou energii. FVE se mohou instalovat na rodinné domy, byty, komerční budovy i průmyslové objekty. Skládají se z fotovoltaických panelů, které jsou umístěny na střeše nebo na zemi, přičemž panely jsou vyrobeny z polovodičových materiálů, které se při dopadu slunečního světla rozkládají a vytvářejí elektrický proud. Elektrický proud z fotovoltaických panelů je veden do střídače, který jej převádí na napětí, které je použitelné v domácnosti. Střídač je připojen k elektrické síti, takže v případě, že fotovoltaická elektrárna vyrábí více elektřiny, než spotřebovává domácnost, má provozovatel elektrárny možnost přebytečnou elektřinu odevzdávat/prodávat do sítě (Vuk, 2023).

Instalace fotovoltaické elektrárny na rodinný dům je investicí, která se může vrátit během několika let. Fotovoltaika může snížit náklady na elektřinu až o 50 %, a to i v případě, že je připojena k elektrické síti. Je také investicí do životního prostředí. Fotovoltaické panely nevypouštějí žádné emise, a proto pomáhají chránit životní prostředí. Jsou vyrobeny z polovodičových materiálů, jako je křemík, které se při dopadu slunečního záření rozkládají a vytvářejí elektrický proud. Jde o obnovitelný zdroj energie, který nevypouští žádné emise a má nízké provozní náklady. Jde o stále relativně novou technologii, ale nicméně její cena v posledních letech výrazně klesla. Fotovoltaické panely jsou nyní dostupné pro domácnosti, firmy i průmyslové podniky (Ivanov, 2023).

Mezi výhody instalace fotovoltaické elektrárny na rodinný dům patří:

- snížení nákladů na elektřinu až o 50 %,
- investice do životního prostředí,
- zvýšení hodnoty nemovitosti,
- nezávislost na dodavatelích elektřiny,
- možnost prodeje přebytků elektřiny do sítě (Chen, 2021).

Mezi nevýhody instalace fotovoltaické elektrárny na rodinný dům patří:

- náklady na instalaci,
- nutnost údržby,
- možnost výpadku elektřiny v případě, že není dostatek slunečního svitu (Chen, 2021).

Fotovoltaika kombinuje fyziku, elektrotechniku, materiálové vědy a inženýrství. Základem fotovoltaiky je fotovoltaický jev, který byl poprvé objeven v roce 1839 francouzským vědcem Edmondem Becquerellem. Tento jev spočívá v tom, že některé materiály mají schopnost přeměnit sluneční záření, resp. fotonové částice světla, přímo na elektrický proud. Tato vlastnost je obvykle pozorována u polovodičových materiálů, jako jsou křemík (silikon) nebo gallium arsenid (Alvarado, 2022).

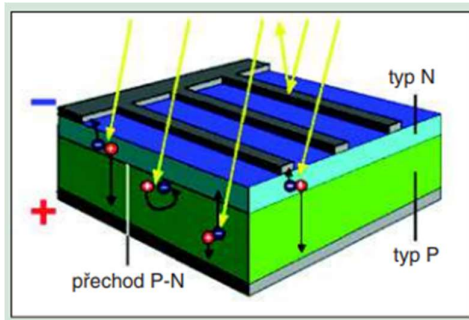
Samotné fotovoltaické články jsou relativně malé, proto se v praxi využívá jejich spojení do větších struktur známých jako solární panely, které jsou schopny generovat větší množství elektrické energie a jsou široce využívány v průmyslu a na rodinných domech. Výroba fotovoltaických panelů vyžaduje speciální technologie a materiály (Osei, 2021).

1.1 Funkce fotovoltaického článku

Solární články jsou pomocí fotoelektrického jevu schopny přeměnit elektromagnetické záření o vlnové délce přibližně ve spektru viditelného světla na elektrickou energii. Tyto články se skládají z běžné polovodičové diody P-N vyrobené z monokrystalického nebo polykrystalického křemíku, která je nejčastěji používaným materiálem pro více než 85 % instalovaných solárních systémů. Dioda se skládá ze dvou vrstev příměsových polovodičů, kde vrstva typu N má přebytek elektronů a vrstva typu P má nedostatek elektronů nebo přebytek kladně nabitých děr. Tato struktura umožňuje proudit energií pouze jedním směrem (Michut, 2023).

Když fotony ze slunečního záření dopadnou na článek, jsou částečně absorbovány, což vyvolává fotoelektrický jev. To způsobí uvolnění elektronů z krystalové mřížky obou vrstev, a ty se hromadí ve vrstvě typu N. Tím vzniká elektrický potenciál mezi oběma vrstvami, který v monokrystalickém křemíku činí přibližně 0,6 V.

Obrázek 1 Fotovoltaický článek



Zdroj: Michut (2023)

Fotovoltaické články jsou instalovány v pravidelných plošných strukturách a jsou sériově propojeny, aby tvořily fotovoltaický panel s jmenovitým napětím, které je dáno součtem potenciálu jednotlivých FV článků a počtem článků v panelu. Obvykle jsou FV panely složeny maximálně z 72 sériově propojených článků. V případě sériového zapojení všech článků je žádoucí, aby byly všechny články přibližně stejně osvětleny, aby nedocházelo k výrazným rozdílům osvětlení způsobeným zastíněním. To by vedlo k výraznému snížení výkonu, neboť zastíněný článek by se stal zátěží pro ostatní články v panelu a energie by byla nevratně ztracena ve formě Jouleova tepla. Proto jsou do solárních panelů instalovány přemostovací diody, které zajišťují, že osvětlení je rozprostřeno rovnoměrně (Michut, 2023).

Solární články musí být chráněny proti nepříznivým vlivům prostředí, a proto jsou umístěny v průsvitných fóliích, které je chrání před deštěm, krupobitím a dalšími vlivy. Zadní strana článků je uzavřena pevnou fólií nebo skleněnou deskou s hermeticky uzavřeným prostorem mezi vrstvami. Mechanická konstrukce modulů zajišťuje ochranu článků před povětrnostními podmínkami a optimální chlazení. Běžná životnost solárních modulů z krystalického křemíku je v rozmezí 20 až 30 let. Hlavním parametrem fotovoltaických panelů je jejich účinnost, která vyjadřuje, kolik procent dopadající energie je převedeno na elektrickou energii. Dalšími důležitými parametry jsou napětí a jmenovitý výkon panelu ve watttech, který závisí na účinnosti a celkové ploše panelu (Michut, 2023).

1.2 Fotovoltaika v ČR

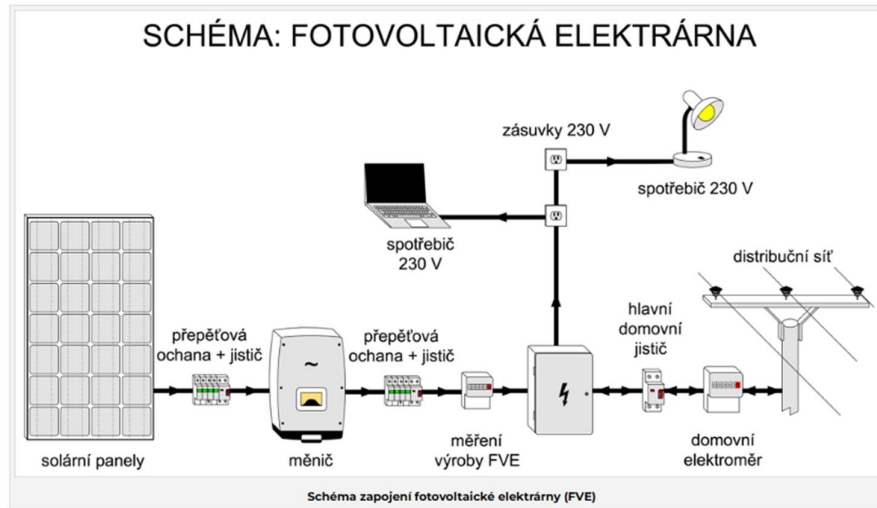
Solární elektrárny v České republice dosahují energetické výtěžnosti přibližně 980 kWh/kWp. Nově postavené solární elektrárny již nejsou oprávněny k získávání podpory formou dotovaných výkupních cen nebo tzv. zelených bonusů. Tato pravidla platí pro všechny elektrárny připojené do sítě po 1.1.2014. Majitelé těchto solárních elektráren mohou svou vyrobenou elektřinu prodávat do sítě za tržní cenu silové elektřiny. Avšak mnohem výhodnější je spotřebovat vyrobenou elektřinu a do sítě ji pokud možno neposílat. Důvodem je, že cena elektřiny pro domácnosti je ve výrazně vyšším rozmezí, konkrétní čísla závisí na distribuční společnosti (např. ČEZ, E.ON, PRE), sjednaném odběrovém tarifu (D01, D02, D25) a typu odběratele (fyzická osoba nebo firma). Jednoduše řečeno, je pro majitele solárních elektráren výhodnější vyrábět elektřinu pro vlastní spotřebu, čímž nemusí kupovat elektřinu ze sítě za vyšší ceny. Naopak, pokud elektřinu poskytnou do sítě, obdrží za ni pouze tržní cenu, která je nižší. Existuje také relativně nová alternativa, kterou je využití tzv. virtuální baterie. Tento koncept umožňuje ukládat elektřinu do sítě pro pozdější využití.

Všechny solární elektrárny umístěné na střechách budov, ať už rodinných domů nebo firem, pracují ve vlastním režimu spotřeby. Fotovoltaické panely jsou pevně ukotveny na střeše a propojeny kabely, které vedou dovnitř budovy. Tyto kabely jsou připojeny k zařízení nazývanému střídač, také známému jako měnič. Střídač je následně propojen s vnitřním elektrickým rozvodem budovy, obvykle připojením do hlavního nebo podružného rozvaděče s vlastním jističem (Matajs, 2018).

Hlavním úkolem střídače je přeměňovat stejnosměrný proud, který je produkován solárními panely, na střídavý proud nízkého napětí (typicky 230 V nebo 400 V). Tento střídavý proud je používán vnitřním elektrickým rozvodem budovy a je běžně známý z klasických zásuvek. Díky solárnímu měniči je možné dodávat vyrobenou elektřinu z panelů do elektrického rozvodu v domě, odkud je dále distribuována k spotřebičům. Pokud vyrobená elektřina není okamžitě spotřebována, přebytečná energie odečte přes domovní elektroměr ven z budovy a je připojena do distribuční sítě (Matajs, 2018).

Od 1.1.2016 není pro provozování solární elektrárny do 10 kWp potřeba žádná licence od Energetického regulačního úřadu. Dříve byla licence spojena s nutností založení IČO a provozovatel fotovoltaické elektrárny se tak de facto stával podnikatelem, což s sebou neslo řadu nevýhod a administrativní zátěž. Nyní již tato licence není požadována. Přesto je však stále nutné zajistit si připojení do sítě u místní distribuční společnosti. Distribuční společnost provede posouzení možnosti připojení požadovaného výkonu elektrárny do dané sítě. Jinými slovy, distributor zkontroluje, zda není síť na daném místě přetížená a stanoví podmínky pro připojení (Matajs, 2018).

Obrázek 2 Schéma fotovoltaické elektrárny

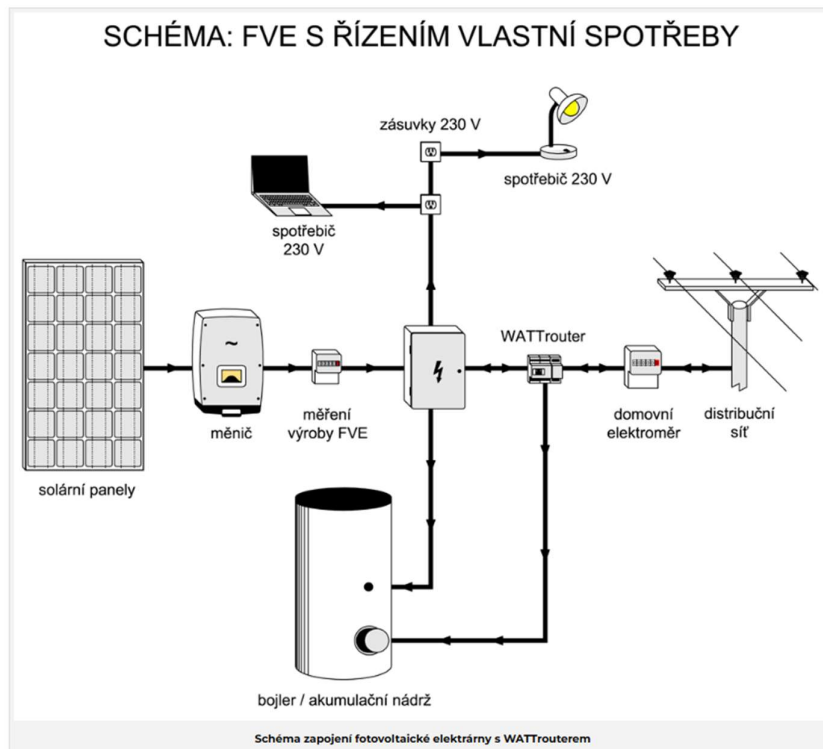


Zdroj: Matajs (2018)

Tyto podmínky jsou obvykle standardní a zahrnují požadavky na měření elektřiny, hlavní rozvaděč, zajištění atd. Distribuční společnost má povinnost rozhodnout o připojení do 30 dnů od podání žádosti ve formě stanoviska. Vydání stanoviska je bezplatné. Stanovisko je závazné pouze ze strany distributora a má omezenou platnost, nejméně půl roku. Po dobu platnosti stanoviska má žadatel zarezervovaný požadovaný výkon v síti. Během této doby by měla proběhnout i instalace samotné fotovoltaické elektrárny. Platnost stanoviska lze prodloužit, nebo jej lze nechat propadnout bez sankcí, pokud již není zájem o připojení do sítě (Andersen, 2023).

Pokud budoucí provozovatel elektrárny plánuje fotovoltaickou elektrárnu a chce získat dotaci z programu Nová zelená úsporám, potřebuje zařízení na optimalizaci vlastní spotřeby. K tomuto účelu slouží monitorovací a řídicí jednotka se spouštěcími prvky (relé, tyristory), například WATTrouter nebo Solar iBoost. Tato "optimalizace" sleduje výkon fotovoltaické elektrárny a je programována tak, aby při nárůstu výkonu spouštěla různá elektrická zařízení v domě, takže veškerá vyrobená elektřina je spotřebována. Pro tento účel jsou nejvhodnější spotřebiče pro akumulaci ohřev vody, jako jsou bojler nebo akumulční nádrže na teplovodní topení (Matajs, 2018).

Obrázek 3 Fotovoltaická elektrárna s řízením vlastní spotřeby



Zdroj: Matajs (2018)

Před tím, než bude sluneční záření využito k výrobě elektrické energie, je důležité posoudit energetický potenciál dané lokality. Česká republika leží v mírném podnebném pásu s průměrnými slunečními podmínkami. Roční sluneční svit v ČR se pohybuje mezi 1 350 a 1 800 hodinami. Záření dopadající na zemský povrch se skládá z dvou složek, difuzního a přímého záření, které jsou přibližně stejně zastoupeny (Alhassan, 2021).

Pro vyhodnocení využití sluneční energie poskytuje mapa globálního slunečního záření, která vychází z dlouhodobých meteorologických měření. Tato mapa udává roční solární energii dopadající na vodorovný povrch Země. V ČR se hodnota tohoto dopadajícího záření pohybuje zhruba mezi 950 a 1 340 kWh za rok na 1 m². Přibližně dvě třetiny této energie jsou získány v letním období, kdy může denní hodnota dosahovat až 7 kWh na m².

Obrázek 4 Mapa slunečního svitu ČR



Zdroj: Mojeelektrarna.cz (2023)

Z mapy slunečního osvitu pro ČR je patrné, že nejvíce slunečního záření dopadá na jižní Moravě, zatímco v horách je nižší koncentrace slunečního záření kvůli vyšší oblačnosti.

1.3 Typy odběratelů

V oblasti fotovoltaiky rozlišujeme dva základní typy odběratelů:

- samostatní odběratelé jsou domácnosti, firmy nebo jiné organizace, které mají svou vlastní fotovoltaickou elektrárnu. Elektrárna jim umožňuje vyrábět elektřinu pro vlastní spotřebu a případný nadbytek energie mohou prodávat do distribuční sítě,
- skupinový odběratelé jsou organizace, které disponují více než 2 odběrnými body a rozhodly se sdružit pro společnou výstavbu fotovoltaické elektrárny. Elektrárny jim umožňuje vyrábět elektřinu pro vlastní spotřebu a přebytek energie mohou také prodat do distribuční sítě (Abebe, 2022).

Samostatní odběratelé oproti skupinovým odběratelům mají několik výhod. První z nich spočívá v tom, že mají větší kontrolu nad výrobou elektřiny a mohou ji přizpůsobit svým individuálním potřebám. Dále mají nižší náklady na provoz své fotovoltaické elektrárny a zároveň vyšší šanci na získání dotací od státu. Na druhé straně skupinový odběratelé také mají několik výhod ve srovnání se samostatnými odběrateli. Můžou si dovolit postavit větší fotovoltaickou elektrárnu, která jim umožňuje vyrábět více elektřiny. Díky tomu mohou získat lepší ceny za elektřinu, kterou prodávají do distribuční sítě. Zároveň mají nižší náklady na údržbu své fotovoltaické elektrárny (Choi, J. 2023).

V oblasti fotovoltaiky existují různé typy odběratelů elektrické energie, kteří využívají energii generovanou fotovoltaickými elektrárnami. Mezi hlavní rozdíly patří velikost, umístění a způsob využití vyrobené elektřiny. Základními typy odběratelů fotovoltaické energie podle Jianga (2023) jsou:

- **rodinné domy a malé podniky:** tento druh odběratelů zahrnuje domácnosti, chaty nebo menší podniky. Fotovoltaické elektrárny jsou v tomto případě umístěny na střechách budov nebo na pozemcích poblíž. Tyto solární systémy jsou navrženy tak, aby uspokojily základní energetické potřeby daného objektu. Přebytek vyrobené elektřiny může být prodán do distribuční sítě nebo ukládán do baterií pro pozdější použití,
- **komunitní fotovoltaické elektrárny:** tyto projekty jsou rozsáhlejší a zahrnují více odběratelů. Jedna velká fotovoltaická elektrárna může být rozdělena mezi více domácností nebo malými podniky v dané oblasti. Každý z těchto odběratelů má svůj podíl na vyrobené elektrické energii, což snižuje náklady na elektřinu a podporuje udržitelnou energetiku. Tato řešení jsou vhodná pro obce nebo sousedství, které se chtějí zapojit do sdílení a využívání čisté energie,
- **průmyslové a velké komerční instalace:** tento typ odběratelů představuje největší spotřebitele fotovoltaické energie. Tyto projekty jsou obvykle umístěny na rozsáhlých plochách, jako jsou průmyslové areály, sklady, parkoviště nebo půdy určené pro solární farmy. Velikost těchto fotovoltaických elektráren je mnohem větší než u domácností a menších podniků. Elektrická energie z těchto velkých instalací se často prodává do distribučních sítí, což pokrývá energetické potřeby většího počtu spotřebitelů.

Výběr konkrétního typu odběratele závisí na jeho potřebách, velikosti a umístění. Bez ohledu na to, jaký typ odběratele se rozhodne využít fotovoltaickou energii, tato technologie hraje klíčovou roli v snižování nákladů na elektřinu, redukcii emisí skleníkových plynů a podpoře udržitelného a ekologicky šetrného energetického sektoru. Fotovoltaika se stává stále více dostupnou a populární alternativou k tradičním zdrojům energie, přispívající ke globálním snahám o udržitelnější energetickou budoucnost (Papadopoulos, 2022).

1.4 Typy fotovoltaických systémů

Autonomní systémy (Off-grid)

Tyto systémy nejsou připojeny k elektrické distribuční síti a jsou instalovány na místech, kde není k dispozici elektrická infrastruktura. V těchto odlehlých lokalitách je tento typ fotovoltaické elektrárny často nejlepším řešením pro zajištění dodávky elektrické energie. Tyto systémy se využívají například jako zdroj elektřiny pro vesmírné satelity, vzdálené objekty a čerpací systémy v rozvojových zemích (Alhassan, 2021).

Grid-off systémy s přímým napájením

Systémy s přímým napájením jsou používány tam, kde není problém s tím, že elektrické zařízení funguje pouze při dostatečném osvětlení slunečním zářením. Tyto systémy spočívají v přímém propojení solárního modulu se spotřebičem bez akumulace elektrické energie. Příklady aplikací systému bez akumulace elektrické energie zahrnují čerpání vody pro závlahu, provoz oběhového čerpadla solárního systému pro přípravu teplé užitkové vody, pohon čerpadla pro okrasnou fontánu nebo napájení ventilátoru pro odvětrání uzavřených prostor. V těchto případech není nutné ukládat energii, protože spotřebiče jsou spuštěny pouze za předpokladu, že sluneční záření je dostatečné a dostatečně napájí solární modul (Solartec, 2023).

Grid-off systém s akumulací elektrické energie

Doba, kdy je energie získávaná ze solárních panelů k dispozici, obvykle nesouhlasí s dobou největší spotřeby. Proto jsou nezbytnou součástí autonomních solárních systémů akumulátorové baterie. Životnost těchto baterií závisí na způsobu nabíjení a vybíjení, a proto je klíčové zajistit optimální fungování systému solárním regulátorem. Do autonomních systémů lze připojit spotřebiče, které pracují na stejnosměrný proud (s napětím obvykle 12 nebo 24 V), a také běžné síťové spotřebiče, které vyžadují napájení 230 V / ~50 Hz a jsou připojeny přes napěťový měnič (Solartec, 2023).

Hybridní Grid-off systém

Během zimních měsíců lze z fotovoltaického zdroje získat podstatně menší množství elektrické energie než v létě. Proto je vhodné dimenzovat systémy s celoročním provozem a častým užíváním na zimní období. Nicméně tím narůstá instalovaný výkon fotovoltaických panelů a s tím spojené investiční náklady. To má za následek, že v letních měsících je systém předimenzován a nese s sebou nadbytečnou kapacitu.

Jednou z výhodných možností je připojit k energetickému systému doplňkový zdroj elektrické energie, který dokáže pokrýt potřebu elektrické energie v obdobích s nedostatečným slunečním svitem. Tímto zdrojem může být například větrný generátor,

spalovací generátor s kogenerací (kombinovanou výrobou elektrické a tepelné energie) nebo malá vodní elektrárna. Tato kombinace umožňuje lépe využít energii a optimalizovat celkovou účinnost systému (Solartec, 2023).

Systémy dodávající elektrickou energii do veřejné rozvodné sítě

Tyto systémy jsou nejvíce využívány v oblastech, kde existuje hustá síť elektrických rozvodů. Pokud je dostatečné sluneční světlo, spotřebiče v budově jsou napájeny vlastní "solární" elektrickou energií a přebytečná energie je dodávána do veřejné elektrické sítě prostřednictvím elektroměru. Pokud vlastní solární zdroj nestačí k pokrytí spotřeby v budově, elektrická energie je odebírána z veřejné sítě přes druhý elektroměr. Tento systém funguje plně automaticky. Připojení těchto systémů k veřejné síti musí projít schvalovacím řízením u distribučních společností. Špičkový výkon fotovoltaických systémů připojených k rozvodné síti se pohybuje v rozmezí jednotek až stovek kilowattů. Fotovoltaické panely jsou často integrovány do obvodových pláštů budov. V současné době představují zhruba 20 % z celkového počtu instalovaných systémů. Nejrozšířenější jsou zejména v Německu (90 %) a ve Švýcarsku (67 %) (Solartec, 2023).

Síťové systémy (Grid on)

Síťové systémy (On-grid) jsou fotovoltaické systémy připojené k elektrické distribuční síti. Tyto systémy jsou nejčastěji používány v rozvinutých zemích, kde existuje hustá síť elektrických rozvodů. V tomto systému není potřeba akumulovat energii, protože je možné vyrobenou energii okamžitě dodávat do distribuční sítě. Předpokladem pro připojení k síti je splnění bezpečnostních požadavků a kvality vyrobené elektrické energie. Síťové systémy mohou buďto spotřebovat vyrobenou energii přímo na místě, nebo ji plně odvádějí do distribuční sítě. První variantou je tzv. "systém pro vlastní spotřebu," který se často používá u menších a středních instalací, například na střeších rodinných domů a průmyslových objektů. V takovém případě je většina vyrobené elektřiny spotřebována přímo na místě, což umožňuje snížit odběr elektřiny ze sítě. Přebytečná energie je prodávána do distribuční sítě. Tento systém však není soběstačný, protože při výpadku dodávky dojde k odpojení fotovoltaické elektrárny. Navíc tato energie se spotřebovává pouze v době její výroby. Druhou variantou je "systém pro dodávku do sítě," což se častěji využívá u větších fotovoltaických elektráren. Celá vyrobená elektřina je dodávána do distribuční soustavy a provozovatel sítě má povinnost ji odkoupit za výkupní cenu. Tento systém umožňuje efektivně využít veškerou vyrobenou energii a umožňuje ekonomicky efektivní provoz (Hazelhuhn, 2011).

Hybridní systémy představují kombinaci síťového systému s akumulací elektrické energie. Tento typ spojuje předchozí dva systémy dohromady. Pokud je vyrobena nadbytečná elektrická energie, je nejčastěji ukládána do bateriových baterií. Tyto baterie poté slouží k dodávání energie pro pokrytí špičkových spotřeb. Po úplném nabití baterií se vyrobená elektrická energie dále využívá pro vytápění, ohřev teplé vody nebo pro jiné předem určené

aplikace. Hybridní fotovoltaické systémy mají výhodu v tom, že maximalizují využití vyrobené energie přímo na místě instalace. V dnešní době jsou hybridní fotovoltaické systémy častým řešením, zejména v České republice. Jedinou nevýhodou těchto systémů je to, že jsou výrazně dražší než základní systémy připojené do sítě (Murtinger a kol., 2007).

Prvky autonomních systémů

Kromě fotovoltaických panelů jsou klíčovými složkami fotovoltaických systémů také akumulátorové baterie, solární regulátor a další elektrotechnické prvky, jako jsou jističe, pojistky, spínače a vodiče. Správná volba spotřebičů je rovněž důležitá, protože správně vybrané spotřebiče mohou výrazně snížit celkové náklady na pořízení a provoz. Kromě toho je možné fotovoltaické systémy rozšířit o další zařízení, například napěťový měnič, sledovač Slunce, měřící přístroje nebo doplňkový zdroj elektrické energie s nabíjecím zařízením. Tyto prvky umožňují lepší využití a optimalizaci výkonu a efektivity fotovoltaického systému (Solartec, 2023).

Prvky grid-on systémů

Síťový měnič má hlavní úkol přeměnit stejnosměrný proud dodávaný z fotovoltaických panelů na střídavý proud o hodnotě 230 V / 50 Hz, který je kompatibilní s veřejnou elektrickou sítí. Kromě této základní funkce je nezbytné, aby každý síťový měnič splňoval další důležité bezpečnostní a ochranné funkce, které jsou nutné pro povolení připojení systému k distribuční síti. Mezi nejdůležitější ochranné funkce patří automatické odpojení měniče v případě poklesu napětí v síti nebo výpadku proudu, zkratová ochrana a ochrana před atmosférickými výboji. Síťové měniče musí rovněž splňovat přísné normy, které garantují kvalitu dodávané energie. Funkce měničů jsou zajištěny digitálním řídicím systémem. Některé měniče umožňují zobrazení a záznam provozního stavu a systémových veličin, jako jsou proudy, napětí, výkon, teplota, množství dodané energie atd. Pro lepší zobrazení a analýzu naměřených hodnot je možné připojit měnič k počítači. (Solartec, 2023)

Typy fotovoltaických článků

Fotovoltaický článek je základní funkční prvek solárního modulu, který se obvykle skládá z polovodičového materiálu, kovových kontaktů a tenké antireflexní vrstvy. Existuje několik různých materiálů, ze kterých lze vyrábět solární články, ale v současné době je nejčastěji používán křemík, díky jeho osvědčeným vlastnostem. Křemík se přirozeně vyskytuje ve formě křemene, známého také jako oxid křemičitý (SiO_2). Pro získání čistého křemíku je potřeba nejprve roztavit křemenný písek a vytvořit surový křemen. Ten je následně podroben chemickým procesům, aby byl vyčištěn. Výrobní technologie je důkladně zdokonalená a výsledný křemík dosahuje téměř 100% čistoty. Získaný křemík lze poté zpracovat různými metodami a vytvořit z něj monokrystalické nebo polykrystalické fotovoltaické články, které tvoří jádro solárních modulů (Osman a Alibaba, 2015).

Komponenty fotovoltaické elektrárny

Fotovoltaická elektrárna (FVE) je obvykle složena z následujících základních prvků:

- fotovoltaické moduly, které přeměňují sluneční záření na elektrickou energii,
- rozvody a ochranná zařízení pro stejnosměrnou (DC) část, zahrnující potřebné kabely a prvky pro bezpečný a spolehlivý přenos stejnosměrné energie,
- invertor (střídač), který transformuje stejnosměrný proud z fotovoltaických modulů na střídavý proud, kompatibilní s veřejnou elektrickou sítí,
- rozvody a ochranná zařízení pro střídavou (AC) část, zajišťující bezpečný distribuční systém pro střídavou energii,
- měřicí zařízení pro sledování a zaznamenávání vyrobené elektrické energie,
- rozvody elektrické energie, umožňující připojení vyrobené energie buď do domovní sítě, nebo do distribuční sítě (Benda, 2019).

1.5 Varianty technických řešení

Existuje několik technických variant fotovoltaických elektráren, které se liší v různých parametrech, jako je umístění, konstrukce a výkon. Pro instalaci na rodinný dům jsou podle (Thakura, 2023) vhodné následující technické varianty:

- **fotovoltaická elektrárna na střeše** (tato varianta je nejčastěji využívána pro rodinné domy. Fotovoltaické panely jsou umístěny na střeše domu, což využívá dostupného prostoru a minimalizuje potřebu dalších pozemků. Existují dva hlavní typy solárních střešních systémů:
 - integrace do střešní krytiny (fotovoltaické panely jsou instalovány přímo do střešní krytiny a tvoří esteticky působící součást domu. Tato varianta je ideální pro nové stavby nebo rekonstrukce střechy),
 - montáž na střešní konstrukci (fotovoltaické panely jsou připevněny na konstrukci střechy. Tento způsob umožňuje instalaci na existující střechy bez nutnosti zásahu do krytiny)

- **samostatná fotovoltaická elektrárna** (je nezávislá na střeše domu a je umístěna na pozemku kolem rodinného domu. Tato varianta je vhodná pro domy, které nemají dostatečnou plochu střechy nebo mají střechu nevhodnou pro solární panely. Samostatné fotovoltaické elektrárny mohou být buď na pevných konstrukcích na zemi, nebo na montážních systémech, které umožňují sledování slunce pro zvýšení výkonu),
- **hybridní fotovoltaické elektrárny s bateriemi** (tato varianta kombinuje fotovoltaické panely s bateriovým úložištěm. Energie vyrobená solárními panely je ukládána do baterií a může být následně využita v době nízké produkce sluneční energie, například v noci nebo během zatažených dnů. Hybridní systémy umožňují domácnostem dosáhnout větší energetické nezávislosti a snížit závislost na elektrické síti),
- **solární stínící systém** (tento systém kombinují funkci solárních panelů s poskytováním stínění a ochrany před slunečním zářením. Jsou vhodné pro rodiny, které potřebují jak elektrickou energii, tak ochranu před sluncem na terase nebo venkovním posezení) (Thakur, 2023).

Při volbě technické varianty fotovoltaické elektrárny pro rodinný dům je důležité vzít v úvahu několik faktorů, jako jsou velikost dostupné plochy pro instalaci, orientace a sklon střechy nebo pozemku, požadovaný výkon elektrické energie, dostupnost financí a případné místní stavební předpisy. Každý z těchto typů má své výhody a vhodnost bude záviset na konkrétních podmínkách a potřebách domácnosti.

Tabulka 1 Přehled fotovoltaických řešení

Typ fotovoltaického řešení	Výhody	Nevýhody	Možnost instalace na rodinný dům	Běžný výkon
Střešní solární panely	využití střešní plochy	závislost na orientaci a sklonu střechy	Ano	3-10 kWp (kilowatt peak)
	estetický design	potřeba stavebních úprav		
	snížení nákladů na elektřinu	omezená plocha pro instalaci		
Samostatná fotovoltaika	možnost umístění na volné pozemky	potřeba dodatečné infrastruktury	Ano	3-100 kWp
	nezávislost na střešní krytině	větší potřeba prostoru		
	flexibilita v umístění a orientaci	vyšší počáteční náklady		
Hybridní systémy	energetická nezávislost	vyšší počáteční investice	Ano	3-15 kWp
	možnost ukládání energie pro pozdější využití	potřeba údržby baterií		
		omezená životnost baterií		
Solární stínící systémy	kombinace solárního výkonu a stínění	nižší výkon než klasické solární panely	Ano	1-5 kWp
	estetické řešení	omezený výkon vzhledem k funkcím		
		stínění		

Zdroj: vlastní zpracování podle Chena (2021)

Existuje několik technických variant fotovoltaických elektráren, které jsou vhodné pro instalaci na rodinný dům. Mezi nejčastější podle Oberona (2023) patří:

- solární panely (nejběžnějším typem fotovoltaické elektrárny. Jsou vyrobeny z polovodičových materiálů, které přeměňují sluneční záření na elektrický proud. Solární panely se mohou instalovat na střechu nebo na zem),
- solární kolektory (zařízení, která využívají sluneční záření k ohřevu vody. Solární kolektory jsou vyrobeny z kovových nebo skleněných lamel, které absorbují sluneční záření a ohřívají vodu, která protéká mezi nimi. Solární kolektory se mohou instalovat na střechu nebo na zem),
- solární hybridní systémy (kombinují fotovoltaické panely a solární kolektory. Solární hybridní systémy umožňují vyrábět elektřinu a ohřívát vodu současně. Solární hybridní systémy jsou ideální pro rodinné domy, které potřebují elektřinu a teplo).

Při výběru fotovoltaické elektrárny je podle Vuka (2023) důležité zvážit několik faktorů, jako jsou:

- množství slunečního svitu, které je v daném regionu k dispozici,
- velikost rodinného domu a jeho potřeby v oblasti elektřiny a tepla,
- náklady na pořízení a instalaci fotovoltaické elektrárny,
- možnosti získání dotací od státu.

Existují různé technické varianty fotovoltaických elektráren pro rodinný dům. Každá z variant má své výhody a nevýhody. Klasická fotovoltaická elektrárna se skládá z fotovoltaických panelů, střídače a měření energie. Hybridní fotovoltaická elektrárna je podobná klasické fotovoltaické elektrárně, ale umožňuje ukládat energii do akumulátorů. Solární elektrárna s bateriemi je nejdražší variantou, ale umožňuje ukládat energii do baterií a používat ji v době, kdy nesvítl slunce.

..

Tabulka 2 Výhody a nevýhody fotovoltaických řešení

Fotovoltaické řešení	Výhody	Nevýhody	Možnosti instalace na rodinný dům	Běžný výkon
Solární panely	obnovitelný zdroj energie, nízké provozní náklady, někdy možnost dotací	vysoké počáteční náklady, závisí na slunečním svitu	střecha, zem, stěny domu	1kWp - 10kWp
Solární kolektory	ohřev vody, nízké provozní náklady, někdy možnost dotací	vysoké počáteční náklady, závisí na slunečním svitu	střecha, zem	1kW - 10kW
Solární hybridní systémy	kombinuje výhody solárních panelů a kolektorů, snižuje závislost na elektrické síti	vysoké počáteční náklady, závisí na slunečním svitu	střecha, zem	1kWp - 10kWp

Zdroj: vlastní zpracování podle Oberona (2023)

Výkony jsou uvedeny v kilowatt peak (kWp), což je standardní způsob měření výkonu fotovoltaických zařízení při standardních slunečních podmínkách. Běžné výkony u jednotlivých typů jsou uváděny jako rozsah, protože skutečný výkon může být ovlivněn různými faktory, jako je umístění, sluneční expozice, kvalita zařízení atd. Možnost instalace na rodinný dům znamená, že dané řešení je vhodné a realizovatelné pro instalaci na střechu rodinného domu nebo na jeho pozemek (Jiang, 2023).

1.5.1 Instalace fotovoltaické elektrárny na rodinný dům

Nejdůležitějším krokem je provedení návrhu a plánování fotovoltaického systému. To zahrnuje zhodnocení energetických potřeb domu, vhodný výběr solárních panelů, určení velikosti systému a jeho umístění na střeše nebo na pozemku. Před instalací je třeba připravit střechu nebo pozemek pro umístění solárních panelů. Pokud jsou solární panely instalovány na střeše, mohou být zapotřebí stavební úpravy, aby se zajistila jejich pevná a bezpečná instalace (Oberon, 2023).

Solární panely jsou nainstalovány na střešní montážní systém nebo na pevné konstrukce na pozemku. Panely jsou propojeny pomocí elektrických kabelů a vedou k elektrické rozvodné skříni. Střídač je nainstalován uvnitř domu nebo ve střešním prostoru poblíž solárních panelů. Slouží k transformaci stejnosměrného proudu z panelů na střídavý proud pro domácí spotřebu nebo pro prodej do elektroenergetické sítě. Elektrické kabely z fotovoltaických panelů a střídače jsou propojeny s elektrickou rozvodnou skříni a s domácí elektrickou sítí. Po instalaci je nutné provést testování celého systému a jeho bezproblémové spuštění. Po spuštění je důležité monitorovat výkon fotovoltaického systému a sledovat jeho produkci elektřiny (Ivanov, 2023).

Instalace fotovoltaické elektrárny na rodinný dům je komplexní proces, který vyžaduje odborné znalosti a zkušenosti. Proto je důležité spolupracovat s kvalifikovaným dodavatelem, který provede profesionální návrh, instalaci a zajištění funkčnosti celého systému (Alhassan, 2021).

1.5.2 Základní rozdíly mezi fotovoltaickými elektrárnami

Základní rozdíly mezi běžnou a hybridní fotovoltaickou elektrárnou jsou zachyceny v následující tabulce.

Tabulka 3 Rozdíly mezi typy fotovoltaických elektráren

Oblast	Běžná fotovoltaická elektrárna	Hybridní fotovoltaická elektrárna
Typ systému	Pouze fotovoltaická elektrárna, která dodává elektřinu do sítě	Kombinace fotovoltaické elektrárny s bateriovým úložištěm
Výkon systému	Závisí na velikosti solárních panelů a počtu instalovaných panelů	Stejný jako u běžné fotovoltaické elektrárny, s možností ukládání přebytků do baterií
Závislost na elektrické síti	Zcela závislá na elektrické síti, bez možnosti ukládání energie	Může být částečně nebo zcela nezávislá na elektrické síti, díky bateriovému úložišti
Ukládání přebytků energie	Není možnost ukládat přebytky energie	Přebytečná energie je ukládána do baterií pro pozdější využití

Provozní doba	Dodává elektřinu pouze ve dne, v době slunečního záření	Může dodávat elektřinu i v noci nebo během zatažených dnů
Závislost na počasí	Výkon závisí na intenzitě slunečního záření	Méně závislá na počasí díky možnosti využití uložené energie
Servis a údržba	Standardní údržba solárních panelů	Potřebuje pravidelnou údržbu baterií
Potřeba většího množství solárních panelů	Větší instalovaný výkon pro pokrytí veškeré spotřeby	Může mít menší instalovaný výkon díky možnosti ukládání energie
Potenciální energetická nezávislost	Nižší, závislá na konstantním přístupu k elektřině	Vyšší, díky schopnosti ukládání a využívání uložené energie
Finanční náklady	Nižší pořizovací náklady, ale vyšší provozní náklady	Vyšší pořizovací náklady, ale nižší provozní náklady
Návratnost investice	Delší návratnost investice vzhledem k vyšším provozním nákladům	Rychlejší návratnost investice díky úsporám na elektřině

Zdroj: vlastní zpracování podle Osei (2021)

Běžná fotovoltaická elektrárna je připojena k elektrické síti a její hlavní funkcí je dodávat elektřinu do sítě. Nemá schopnost ukládat energii, a proto není schopna poskytovat elektřinu v době, kdy není sluneční energie. Hybridní fotovoltaická elektrárna kombinuje fotovoltaické panely s bateriovým úložištěm, což jí umožňuje ukládat přebytky energie a poskytovat elektřinu i v době, kdy sluneční energie není k dispozici. Běžná fotovoltaická elektrárna může vyžadovat větší instalovaný výkon, aby pokryla veškerou spotřebu, zatímco hybridní systém může mít menší instalovaný výkon díky schopnosti využívat uloženou energii (Vuk, 2023).

Závislost na elektrické síti je vyšší u běžné fotovoltaické elektrárny, protože nemá schopnost ukládat energii. Hybridní systém může být částečně nebo zcela nezávislý na elektrické síti, díky schopnosti využití uložené energie. Hybridní systém vyžaduje pravidelnou údržbu baterií, aby zajišťoval optimální výkon a životnost baterií.

Finanční náklady na pořízení hybridního systému jsou obvykle vyšší než u běžné fotovoltaické elektrárny, ale provozní náklady jsou nižší díky možnosti využití uložené energie. Hybridní fotovoltaická elektrárna má vyšší potenciál dosáhnout energetické nezávislosti a může poskytovat elektřinu i v případech, kdy není sluneční energie k dispozici (Thakur, 2023).

2 Fotovoltaické služby

Firmy, které prodávají a montují fotovoltaické elektrárny, nabízejí zákazníkům a spotřebitelům širokou škálu služeb a podpory, aby zajistily kvalitní a bezproblémovou instalaci fotovoltaického systému. Mezi hlavní služby podle Oberona (2023) patří:

- **konstrukční a technická analýza:**
komplexní analýza střechy nebo pozemku, kde bude fotovoltaický systém instalován. Firmy poskytují zákazníkům podrobnou technickou specifikaci a návrh řešení, které nejlépe vyhovuje jejich potřebám a možnostem. Tato služba zahrnuje pečlivou analýzu střechy nebo pozemku, kde bude fotovoltaický systém instalován. Inženýři a technici z firmy provedou měření, zhodnotí sklon střechy a orientaci k světovým stranám a analyzují okolní stínění, které může ovlivnit výkon systému. Na základě těchto údajů provedou konstrukční návrh, který určí optimální umístění solárních panelů a navrhnou potřebné elektrotechnické a mechanické prvky,
- **finanční analýza a návratnost investice:**
firmy pomáhají zákazníkům vyhodnotit náklady na pořízení a instalaci fotovoltaického systému a odhadují návratnost investice na základě očekávaných úspor na elektřině nebo případných dotací. Firmy pomáhají zákazníkům pochopit náklady na pořízení a instalaci fotovoltaického systému. Zahrnuje odhad pořizovacích nákladů na solární panely, střídač, bateriové úložiště (v případě hybridních systémů) a další příslušenství. Finanční analýza poskytuje také odhad úspor na elektřině, které lze dosáhnout s novým fotovoltaickým systémem, a také může zahrnovat informace o možných dotacích nebo daňových úlevách, které mohou snížit celkovou investici,
- **administrativa a povolení:**
firmy zajišťují veškeré administrativní záležitosti, jako je žádost o povolení od místních úřadů a všech potřebných povolení, která jsou nutná pro instalaci fotovoltaického systému. Instalace fotovoltaického systému vyžaduje dodržení určitých stavebních a legislativních předpisů. Firmy se postarají o veškerou administrativu a papírování spojené s povoleními a schváleními. To může zahrnovat žádost o stavební povolení, žádost o připojení do elektrické sítě a další nezbytné dokumenty. Toto je důležitý aspekt, protože nezákonně nainstalované fotovoltaické systémy mohou mít právní následky a mohou vést k problémům s úřady,

- **montáž a instalace:**
firmy provádí profesionální montáž fotovoltaických panelů a veškerého příslušenství, včetně střídače a montážních systémů, aby byl systém správně a bezpečně nainstalován. Firmy mají týmy zkušených techniků, kteří se postarají o montáž a instalaci fotovoltaického systému. Firmy provedou instalaci střídače, bateriového úložiště (pokud je součástí hybridního systému) a propojení elektrických kabelů. Montážní tým se také postará o bezpečnostní opatření a pečlivě nastaví panely tak, aby získaly maximální sluneční energii,
- **testování a spuštění:**
po instalaci firmy provádí důkladné testování celého systému a zajišťují jeho bezproblémové spuštění. Po dokončení montáže provedou technici důkladné testy fotovoltaického systému, aby ověřili jeho správné fungování. Firmy také zkontrolují, zda je systém správně propojen s elektrickou sítí a jestli vše funguje bezproblémově. Po úspěšném testování je fotovoltaický systém připraven k užívání,
- **monitorování a údržba:**
firmy nabízejí sledování výkonu fotovoltaického systému a pravidelnou údržbu, aby zajistily optimální fungování a dlouhodobou životnost systému. Firmy nabízejí monitorování výkonu fotovoltaického systému, aby zákazníci mohli sledovat, kolik elektřiny se vyrobilo a spotřebovalo. Toto sledování je často dostupné online prostřednictvím webových aplikací. Pokud je to nutné, provádějí také pravidelnou údržbu systému, která zahrnuje kontrolu stavu solárních panelů, čištění a nastavení, a také kontrolu stavu baterií (v případě hybridních systémů). Cílem je zajistit optimální výkon systému a dlouhou životnost (Oberon, 2023).

2.1 Aspekty investice do fotovoltaické elektrárny

Investice do fotovoltaické elektrárny přináší řadu přínosů, které mohou mít pozitivní vliv jak na jednotlivce, tak na společnost a životní prostředí. Některé z hlavních přínosů podle Napolitana (2022) jsou:

Snížení nákladů na elektřinu

Fotovoltaická elektrárna produkuje vlastní elektřinu ze sluneční energie, což umožňuje snížit spotřebu elektřiny z elektrické sítě. To vede ke snížení elektrických nákladů a úsporám na dlouhodobém horizontu.

Energetická nezávislost

Vlastní výroba elektřiny z fotovoltaické elektrárny umožňuje dosáhnout určité míry energetické nezávislosti. V době, kdy sluneční energie dostatečně pokrývá potřeby, není nutné nakupovat elektřinu od dodavatelů, což snižuje závislost na energetických trzích.

Ochrana životního prostředí

Fotovoltaické elektrárny produkují elektřinu bez emisí skleníkových plynů nebo jiných škodlivých látek. Tím se snižuje uhlíková stopa a přispívá se k ochraně životního prostředí a boji proti změně klimatu.

Finanční výnosy

Investice do fotovoltaické elektrárny může být dlouhodobě finančně výhodná. Pokud je fotovoltaický systém dobře navržen a nainstalován, může generovat elektřinu po mnoho let, což umožňuje návratnost investice a potenciální zisk z prodeje přebytků do elektrické sítě.

Hodnota nemovitosti

Fotovoltaická elektrárna může zvýšit hodnotu nemovitosti, na které je instalována. Pro mnoho potenciálních kupců je solární systém atraktivním prvkem, který zvyšuje atraktivitu nemovitosti na trhu.

Státní dotace a podpory

V některých zemích a regionech jsou k dispozici státní dotace, daňové úlevy nebo jiné formy podpory pro investice do fotovoltaických elektráren. To může snížit počáteční náklady a zvýšit atraktivitu investice.

Zlepšení firemní image

Pro firmy, které investují do fotovoltaických elektráren, může být tato snaha o udržitelnost a zelenou energetiku vnímána pozitivně. Zlepšení firemní image může přilákat zákazníky a investory, kteří preferují ekologicky odpovědné společnosti.

Lepší vztahy se sousedy

Fotovoltaická elektrárna může přispět ke zlepšení vztahů se sousedy, protože elektřina vyráběná na místě snižuje potřebu nákupu z tradičních elektráren, které mohou být zátěží pro okolí kvůli hluku nebo znečištění.

Investice do fotovoltaické elektrárny přináší dlouhodobé finanční i ekologické přínosy. Snížení nákladů na elektřinu, energetická nezávislost, ochrana životního prostředí a možnost finančních výnosů jsou jen některé z důvodů, proč se mnoho jednotlivců i firem rozhoduje investovat do tohoto udržitelného zdroje energie.

2.2 Dotace

Státní dotace na pořízení fotovoltaické elektrárny se mohou lišit v závislosti na zemi a regionu, protože každá země má své vlastní politiky a programy podpory obnovitelných zdrojů energie (Abebe, 2022).

Mezi obecné typy dotací a podpor pro investice do fotovoltaických elektráren patří například:

- **feed-in tariffy (FIT):**
tato forma podpory se týká garantovaného výkupního tarifu za elektřinu vyrobenou z fotovoltaické elektrárny. Elektrické společnosti jsou povinny odkupovat elektřinu od fotovoltaických elektráren za pevně stanovenou cenu na určitou dobu (obvykle několik let). Tato garance stabilní ceny může pomoci zvýšit návratnost investice,
- **subvence na pořízení:**
některé země a regiony nabízejí přímé finanční subvence nebo granty pro investory, kteří si pořídí fotovoltaickou elektrárnu. Tyto subvence mohou pokrýt část nákladů na pořízení a instalaci systému a snížit počáteční investici,
- **daňové úlevy:**
některé země poskytují daňové úlevy pro domácnosti a firmy, které investují do fotovoltaických elektráren. Tyto úlevy umožňují snížit daňovou povinnost, což zase snižuje celkové náklady na investici,
- **zelené certifikáty a kredity:**
v některých regionech existují programy, které umožňují vlastníkům fotovoltaických elektráren získat zelené certifikáty nebo kredity za výrobu čisté energie. Tyto certifikáty nebo kredity mohou být prodány nebo použity k plnění ekologických norem,
- **dotace na bateriová úložiště:**
pro hybridní fotovoltaické systémy, které mají bateriové úložiště pro ukládání energie, existují některé programy poskytující dotace nebo podporu pro nákup a instalaci baterií (Islam, 2022).

Dostupnost státních dotací na fotovoltaické elektrárny a jejich podmínky se mohou časem měnit, a proto je důležité se obrátit na místní energetické úřady nebo specializované organizace, které poskytují informace o aktuálních programech podpory v konkrétní zemi nebo regionu. Před rozhodnutím o investici do fotovoltaické elektrárny je vhodné důkladně zvážit všechny dostupné formy podpory a vyhodnotit, jakým způsobem mohou přispět k návratnosti investice a finančním přínosům projektu.

2.2.1 Nová zelená úsporám

Nové podmínky dotačního programu Nová zelená úsporám 2030 poskytují výhodnější možnosti pro koncové zákazníky. S novými dotacemi lze dosáhnout úspory až 200 000 Kč. Dotace jsou určeny pro:

- majitelé dokončených rodinných domů,
- vlastníky nových staveb (bez fotovoltaické elektrárny v Energetickém štítku budovy/Pasivním domu),
- rekreační objekty (chaty, chalupy),
- bytové domy v celé České republice (Sefy-cr, 2023).

Výše poskytnuté dotace závisí na instalovaném výkonu fotovoltaické elektrárny a na velikosti akumulčního úložiště. V případě akumulace energie do baterií je nutné použít tzv. hybridní střídač. Pro případy, kdy je energie skladována v tepelném úložišti (TUV) nebo kdy není energie skladována vůbec, se využije standardní střídač (Sefy-cr, 2023).

Mezi nové podmínky získání dotace NZÚ 2030 patří:

Systémy bez možnosti akumulace do baterií

- standardní měnič (střídač) s instalací o výkonu 2 kWp - 40 000 Kč
- za každý další 1 kWp instalovaného výkonu +10 000 Kč

Systémy s akumulací do baterií

- hybridní měnič (střídač) s instalací o výkonu 2 kWp: 60 000 Kč
- za každý další 1 kWp instalovaného výkonu +10 000 Kč
- za každou 1 kWh kapacity bateriového úložiště +10 000 Kč

Minimální kapacita bateriového úložiště musí odpovídat instalovanému výkonu. Kapacita bateriového úložiště může být maximálně dvojnásobek instalovaného výkonu (SEFY-CR, 2023).

Dotace na solární elektrárny a tepelná čerpadla budou i nadále poskytovány v roce 2023. Díky nové legislativě je instalace solárních panelů na bytové domy usnadněna a solární systémy do výkonu 50 kW mohou být provozovány bez licence. Finanční podpora dotačních programů pomáhá financovat tyto zařízení, a evropské dotace jsou zajištěny až do roku 2030.

Finanční zdroje pro dotační program Nová Zelená úsporám jsou zajištěny. Národní plán obnovy poskytl 19 miliard Kč na období 2021-2025 pro výměnu neekologických zdrojů tepla a instalaci zařízení pro výrobu energie z obnovitelných zdrojů, včetně tepelných čerpadel a fotovoltaických systémů. Modernizační fond Evropské unie přispěje dalšími finančními zdroji pro projekty zaměřené na dekarbonizaci, rozvoj obnovitelných zdrojů energie a zvýšení energetické účinnosti. Česká republika bude mít po Polsku druhý nejvyšší objem těchto prostředků. Program Nová Zelená úsporám bude nadále fungovat a žádosti o dotace z tohoto programu lze podat do 30. června 2025 nebo do vyčerpání alokované částky. Dotace jsou poskytovány pro různé účely, jako je například nabíjecí stanice pro elektromobily, tepelná čerpadla s ohřevem teplé vody nebo bez něj a instalace fotovoltaických systémů (Porovnejsito.cz, 2023).

Kromě programu Nová Zelená úsporám existuje také program Nová Zelená úsporám Light, který se zaměřuje na nízkopříjmové domácnosti a podporuje výměnu oken, zateplení fasády nebo instalaci fotovoltaiky pro ohřev užitkové vody (Sítek, 2023).

2.3 Ekonomická rentabilita

Veřejnost má nesprávný názor ohledně investičních nákladů spojených s fotovoltaickými elektrárnami. Mezi široce rozšířeným mýtem patří představa, že pokles cen fotovoltaických panelů způsobuje stejný procentuální pokles celkových investičních nákladů na fotovoltaickou elektrárnu. Avšak investice do fotovoltaických elektráren nejsou pouze ovlivněny cenou panelů. Tyto náklady zahrnují i další aspekty, jako je cena pozemku, transformátoru, zázemí pro obsluhu a zabezpečovacího zařízení. Tyto položky jsou klíčové pro správný provoz elektrárny a nemohou být opomenuty.

Fotovoltaické panely tvoří většinu celkových nákladů. Například pro instalaci fotovoltaické elektrárny s polykrystalickými nebo monokrystalickými panely, které jsou nejčastější, představují tyto panely kolem 60 % celkové ceny a zbývajících 40 % tvoří trvalé náklady. Tyto trvalé náklady závisí zejména na ceně pozemku a upevňovacích konstrukcí.

Například pokud by cena polykrystalických panelů klesla o 25 % (což je velmi optimistická prognóza), celková cena elektrárny by klesla pouze o 15 %. Je důležité si uvědomit, že celkové investiční náklady na fotovoltaickou elektrárnu nezávisí jen na ceně samotných panelů, ale zahrnují i další klíčové faktory, které mají zásadní vliv na konečnou cenu elektrárny (Novák, Šnobl, Sokanský, 2010).

2.4 Legislativa

Legislativní rámec v České republice v oblasti fotovoltaiky se v průběhu let mění a vyvíjí. Mezi klíčové legislativní normy v této oblasti patří:

- zákon o podpoře obnovitelných zdrojů energie a vysoké účinnosti (zákon č. 165/2012 Sb.): byl přijat v roce 2012 a poskytuje právní rámec pro podporu obnovitelných zdrojů energie, včetně fotovoltaických elektráren, a energetické účinnosti. Obsahuje ustanovení o podpůrných mechanismech, garantovaných výkupních tarifech a dalších podmínkách pro provozovatele fotovoltaických elektráren,

- zákon č. 458/2000 Sb. Energetický zákon a Zákon 26/2002 Sb., kterým se mění zákon 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (energetický zákon),
- zákon 278/2003 Sb., kterým se mění zákon 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (energetický zákon),
- zákon č. 180/2005 Sb. O podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů Zákon ze dne 14. prosince 2010, kterým se mění zákon č. 180/2005 Sb.,
- vyhláška č. 150/2007 Sb. o způsobu regulace cen v energetických odvětvích,
- vyhláška č. 404/2022 Sb., kterou se mění vyhláška č. 408/2015 Sb., o Pravidlech trhu s elektřinou, ve znění pozdějších předpisů, účinnost od 1.1.2023,
- zákon č. 19/2023 Sb., kterým se mění zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů.

2.5 Rizika

I přesto, že pořízení fotovoltaické elektrárny může být pro maloodběratele, tedy vlastníky rodinných domů, atraktivním způsobem, jak snížit náklady na elektřinu a přispět k ochraně životního prostředí, existují podle Oberona (2023) také některá rizika a potenciální nevýhody, které je důležité zvážit:

- **počáteční investice:**
instalace fotovoltaické elektrárny vyžaduje počáteční investici. Přestože ceny fotovoltaických systémů klesly, náklady na pořízení mohou být stále poměrně vysoké, což může být pro některé majitele rodinných domů finanční zátěž,
- **návratnost investice:**
i když fotovoltaické elektrárny mohou v průběhu času snížit náklady na elektřinu, návratnost investice může trvat několik let, zejména pokud není dostupná žádná státní podpora nebo daňové úlevy,
- **nejistota státní podpory:**
programy státní podpory a dotací se mohou měnit nebo být zrušeny. To může ovlivnit výhodnost investice, a proto je důležité zvážit i alternativní scénáře,

- **údržba a servis:**
fotovoltaické systémy vyžadují pravidelnou údržbu a servis, aby byly udržovány ve správném stavu a dosahovaly optimálního výkonu. To může zahrnovat čištění panelů, kontrolu elektrických komponentů a další opatření,
- **prostorové omezení:**
na instalaci fotovoltaických panelů je třeba vhodný prostor, jako je střecha nebo pozemek. Ne každý rodinný dům má dostatek volné plochy, aby bylo možné instalovat dostatečně velký fotovoltaický systém,
- **náročnost montáže:**
montáž fotovoltaického systému vyžaduje odborné znalosti a zkušenosti. Nesprávná instalace může vést ke snížení výkonu nebo závadám na zařízení,
- **riziko snížení výkonu:**
některé faktory, jako je znečištění panelů, stínění okolními objekty nebo opotřebení, mohou ovlivnit výkon fotovoltaického systému,
- **problémy se stavebními úřady:**
získání potřebných povolení a administrativa spojená s instalací fotovoltaické elektrárny mohou být časově i administrativně náročné.

Před rozhodnutím o pořízení fotovoltaického systému je důležité provést důkladnou analýzu, získat více nabídek od specializovaných firem a poradit se s odborníky, aby budoucí provozovatel elektrárny mohl řádně zhodnotit rizika a odhadnout ekonomickou rentabilitu projektu (Vuk, 2023).

2.6 Statistiky fotovoltaických instalací v ČR

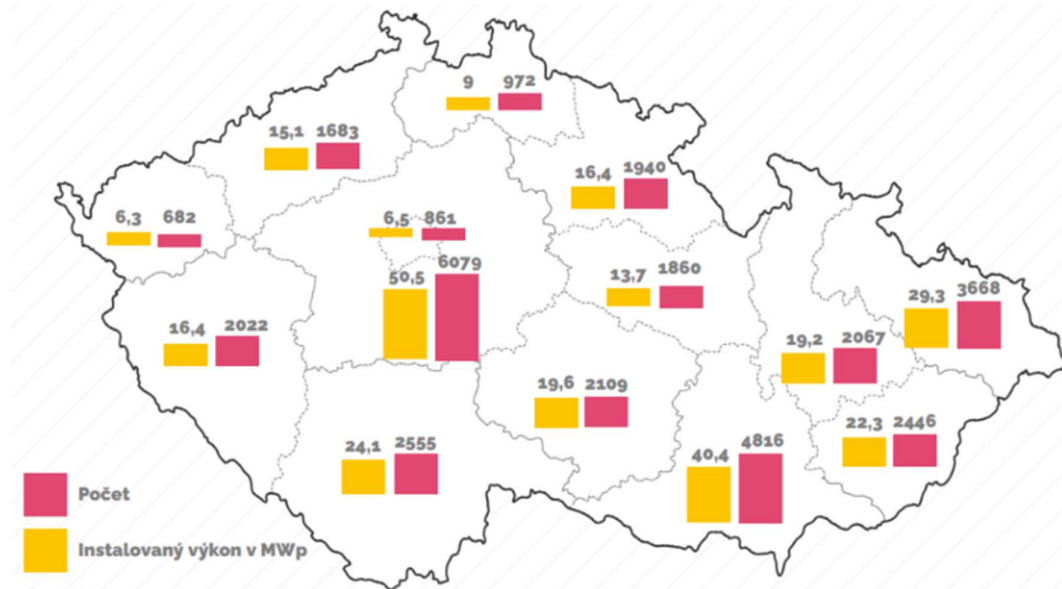
V minulém roce došlo k připojení do sítě celkem 33 760 solárních elektráren, které dohromady dosahovaly výkonu 288,8 megawattů. Tento nárůst představuje zvýšení o 262 % v počtu elektráren a o 366 % v celkovém výkonu ve srovnání s rokem 2021, kdy bylo postaveno pouze 9 321 elektráren s výkonem 62 MW. Důvodem tohoto rostoucího zájmu lidí a firem je hlavně prudký nárůst cen elektřiny a nejistota vyplývající z pokračující ruské agrese na Ukrajině.

Někteří lidé a firmy se také zajímají o možnost dosáhnout částečné energetické soběstačnosti a snížit svou uhlíkovou stopu. Avšak takový přirozený růst narazil na své limity, a to zejména kvůli nedostatku instalatérských firem a kvalifikovaných pracovníků, stejně jako zhoršené dostupnosti některých komponentů na trhu. Růst oboru je hlavně podporován domácnostmi. Domácnosti podaly v roce 2022 celkem 20 223 žádostí o dotace

z programu Nová zelená úsporám, což představuje 87 % ze všech dotovaných instalací. Velmi zajímavým faktem je, že většina těchto dotovaných instalací byla vybavena bateriemi, které slouží k ukládání elektřiny získané ze sluneční energie (Ekonomický deník, 2023).

Podobná situace je pozorována i u firem, které se vedle snahy snížit náklady na elektřinu získávanou ze sítě, rovněž zajímají o investiční dotace z operačních programů EU, Modernizačního fondu a Národního plánu obnovy. Loni bylo přidáno 851 větších fotovoltaických elektráren s celkovým výkonem 51,5 megawattu. Průměrný výkon jedné z těchto instalací dosáhl 60 kW, ale zároveň bylo zaznamenáno i několik větších elektráren s výkonem okolo 1 MW. Jako příklady lze uvést 1MW fotovoltaika na střeše velkoskladu řetězce Billa v Modleticích u Prahy, stejně jako další výkonné elektrárny v Hodkovicích nad Mohelkou a v Krajkové na Sokolovsku (Ekonomický deník, 2023).

Obrázek 5 Počty nových fotovoltaických elektráren v ČR v roce 2022



Zdroj: Ekonomický deník (2023)

Napětí na trhu instalatérských firem začíná postupně polevovat díky příchodu nových konkurentů na trh. Avšak s tímto novým příležitostí mohou přicházet i firmy bez potřebných zkušeností a potenciálně podvodníci. Letos se očekává, že solární trh bude nadále zaznamenávat výrazný růst. Tento růst bude podpořen také změnami v legislativě, zejména možnostmi sdílení vyrobené energie, posunem limitu pro stavební řízení a plánovaným ukončením kontroverzního měření výroby a spotřeby elektřiny u maloodběratelů na tři fáze (Ekonomický deník, 2023).

PRAKTICKÁ ČÁST

3 Projekt instalace fotovoltaické elektrárny

Jako příklad projektu návrhu a instalace fotovoltaické elektrárny byl vybrán běžný cihlový dvoupodlažní rodinný dům se šikmou střechou s betonovými taškami.

Obrázek 6 Rodinný dům pro fotovoltaický investiční záměr



Zdroj: CSČM (2021)

Dispozice vybraného domu je 5+1, zastavená plocha je 138 m². Dům stojí na betonové základové desce a na jeho výstavbu byl použit zdící systém Porotherm (Wienerberger) s obvodovým zdivem Porotherm 44.

3.1 Možnosti umístění fotovoltaického zdroje z pohledu statiky

Fotovoltaické zdroje (panely) je možné v daném případě umístit 3 různými variantami, kterými jsou:

- **fasáda budovy:** pro umístění panelů může být teoreticky zvolena fasáda budovy. Z pohledu statiky by bylo nutné výpočtem ověřit nosnost obvodových zdí při závěsném zatížení z venkovní strany. Klíčovými parametry pro výpočet jsou materiál obvodové zdi, typ a rozměry použitých cihel, případné zateplení obvodových zdí, nosnost obvodové zdi, a váha fotovoltaických panelů. V případě vybraného domu a běžných panelů není toto řešení doporučováno ze 3 důvodů:
 - omezená nosnost (zvláště při větší ploše panelů zakrývajících podstatnou část obvodové zdi),

- slabý výkon (účinnost fotovoltaických panelů umístěných ve svislé poloze je výrazně nižší než panelů na šikmé střeše lépe korespondujících s pohybem a polohou slunce na obloze během dne),
- estetické důvody (fotovoltaické panely umístěné na obvodové zdi nejsou pro většinou lidí estetickým prvkem).

Obrázek 7 Umístění fotovoltaických panelů na stěnu domu



Zdroj: Vlastní foto (2023)

- **střecha:** nejběžnější způsob umístění panelů. Solární panely je možné umístit ve svislé orientaci na střešní konstrukci. Z pohledu statiky je důležité, aby střešní konstrukce byla dostatečně pevná a schopná unést váhu solárních panelů. Tato varianta je optimální variantou pro umístění panelů na běžném rodinném domě, viz. následující obrázek.

Obrázek 8 Umístění fotovoltaických panelů na střeše domu



Zdroj: Vlastní foto (2023)

- **samostatná konstrukce:** fotovoltaické panely mohou být umístěny i na samostatné konstrukci na pozemku rodinného domu. To může být užitečné, pokud není možné nebo vhodné umístit je na střechu nebo fasádu budovy. Z pohledu statiky není při řádném ukotvení tato varianta problematická.

Obrázek 9 Umístění fotovoltaických panelů na samostatných konstrukcích



Zdroj: Vlastní foto (2023)

Při rozhodování o umístění fotovoltaického zdroje z pohledu statiky je nezbytné zajistit, že konstrukce, na kterou budou panely instalovány, je dostatečně dimenzovaná a pevná, aby unesla váhu a další zátěže solárního systému. Statik musí vzít v úvahu místní podmínky, jako jsou sněhové a větrné zatížení, a zajistit, že instalace je prováděna v souladu s platnými stavebními normami a předpisy. Je důležité spolupracovat s kvalifikovaným odborníkem nebo statikem, který má zkušenosti s návrhem a instalací fotovoltaických systémů, aby byla zajištěna bezpečnost a dlouhodobá spolehlivost solárního zařízení.

3.2 Finanční náročnost projektu

Pro stanovení finanční náročnosti projektu pořízení a instalace fotovoltaické elektrárny o výkonu 6 kWp bylo osloveno 14 specializovaných firem, které předložily své finanční nabídky.

Nejvýhodnější cenu za 1kWp výkonu nabídla firma Solinstal (72 466,67 Kč), nejvýhodnější cenu za 1 kWh kapacity baterie nabídla společnost SUNWORK (38 468,43 Kč) a nejvýhodnější cenu za 1 kW výkonu střídače nabídla firma SUNWORK (44 238,70 Kč).

Tabulka 4 Nabídky dodávky fotovoltaické elektrárny

	výkon na střeše (kWp)	výkon baterie (kWh)	cena	střídač	panely	baterie	Cena/1kWp výkonu	Cena/1kWh kapacity	Cena/1kW střídače
optimal energy	6,30	12	477 500,00 Kč	Deye	Axitec - 450 Wp	REASC	75 793,65 Kč	39 791,67 Kč	47 750,00 Kč
Valorem energy	????	10	589 480,00 Kč	Growatt	Canadian Solar CS6W- 550 Wp	Growatt ARK- 2.5H-A1	????	58 948,00 Kč	58 948,00 Kč
Fatre Power	5,46	11,6	517 380,00 Kč	SolaX X3 Hybrid 10.0 D	Canadian Solar 455 Wp	T58 Master/Slave	94 758,24 Kč	44 601,72 Kč	51 738,00 Kč
Sunn	6,00	11,6	473 817,00 Kč	Solax X3-Hybrid- 10.0-D (G4)	TRINA SOLAR TSM-DE18M 500wp	Solax TriplePower 5.8 kW 2ks	78 969,50 Kč	40 846,29 Kč	47 381,70 Kč
Sun Mander	5,40	10	443 000,00 Kč	Goodwe ET 10kW - 3 fázový, 2 MPPT	Sine SN450W-144	DYNESS TOWER HV 10,66 kWh	82 037,04 Kč	44 300,00 Kč	44 300,00 Kč
REM Solar	6,00	10,65	499 895,00 Kč	GoodWe - GW10K-ET	LONGI LR4-72HIH-455M	Pylontech 3,55kWh	83 315,83 Kč	46 938,50 Kč	49 989,50 Kč
Česká solární s.r.o	6,00	10,65	446 484,82 Kč	GoodWe Hybrid GW-6.5K-ET - 3-fázový	AEG 500Wp AS-M1322Z-H(M10)	Baterie Dyness HV9637 3,55 kWh	74 414,14 Kč	41 923,46 Kč	68 689,97 Kč
Solinstal	6,54	11,6	473 932,00 Kč	SOLAX X3-HYBRID G4 10kW	545Wp Canadian Solar	Solax T58	72 466,67 Kč	40 856,21 Kč	47 393,20 Kč
Morasol	6,60	10,66	530 000,00 Kč	Sunways Hybrid STH-10KTL-HT	Trina 410	Baterie Dyness Tower T10	80 303,03 Kč	49 718,57 Kč	53 000,00 Kč
FINANTE	6,06	11,6	460 350,00 Kč	Solax hybrid 3F 10 kW	LONGI 505Wp	Solax TriplePower 5.8kWh	75 965,35 Kč	39 685,34 Kč	46 035,00 Kč
S Power 1	5,92	10	445 550,00 Kč	GoodWe 8K-ET Plus+ 3f	AEG Solar 460 Wp	4x RISEN GS-HV	75 261,82 Kč	44 555,00 Kč	55 693,75 Kč
INSPIRE STRONG	5,92	11,6	473 042,00 Kč	Solax G4 8 kW	Canadian Solar CS3W-455	Solax TriplePower 5.8	79 905,74 Kč	40 779,48 Kč	59 130,25 Kč
Salaristav	6,00	10,65	440 634,60 Kč	Třífázový Hybrid 6000 W AC	????	10,7 kWh	73 439,10 Kč	41 374,14 Kč	73 439,10 Kč
SUNWORK	6,00	11,5	442 387,00 Kč	Solax X3 G4 10kW	Swiss Solar 500Wp	11,5	73 731,17 Kč	38 468,43 Kč	44 238,70 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Co se výhodnosti týče, je třeba hledět na komponenty, které firmy nabízí. Například firma Salaristav, která podala nejlevnější nabídku, nabízí střídač o výkonu jen 6 kW, zatímco ostatní firmy většinou nabízí 10 kW střídače. Každou nabídku je potřeba takto rozložit a posoudit výhodnost vzhledem ke komponentům a výkonům.

Ve všech nabízených variantách může případný zadavatel využít dotace ve výši 200.000 Kč, což zásadním způsobem sníží cenu elektrárny. Základními možnostmi financování pořízení fotovoltaické elektrárny jsou:

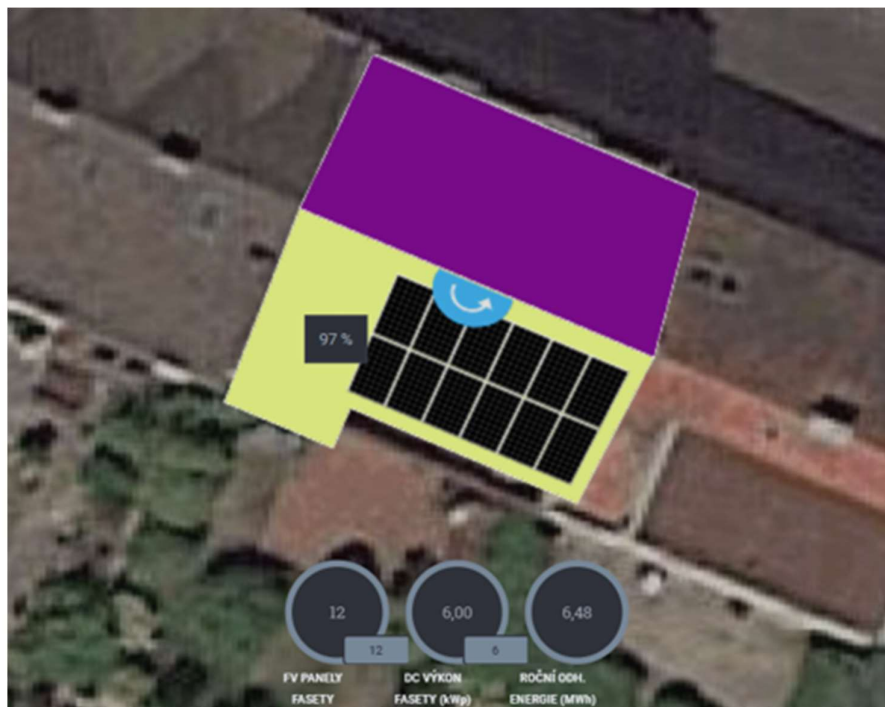
- **vlastní financování:**
majitel rodinného domu může investovat své vlastní finanční prostředky do pořízení fotovoltaické elektrárny. Tato volba mu umožňuje mít plnou kontrolu nad systémem a všechny zisky z výroby elektřiny patří jemu. Inicializační (pořizovací) náklady jsou značné a mohou vyžadovat značnou investici.
- **úvěr či půjčka:**
majitel domu může financovat nákup fotovoltaické elektrárny pomocí úvěru nebo půjčky od banky nebo jiné finanční instituce. Tímto způsobem může rozložit náklady na několik let a snížit počáteční finanční zátěž. Je důležité zvážit úrokové sazby a splátkový plán, aby bylo zajištěno, že bude půjčka splácena v souladu s finančními možnostmi majitele,
- **leasing:**
některé společnosti nabízejí možnost leasingu fotovoltaického systému. Majitel domu platí pravidelné leasingové platby za využívání solární elektrárny, ale nenese vysoké počáteční náklady na její nákup. Po skončení leasingové doby může majitel elektrárnu odkoupit nebo systém vrátit,
- **Power Purchase Agreement (PPA):**
PPA je dohoda mezi majitelem domu a poskytovatelem elektřiny, který instaluje, vlastní a provozuje fotovoltaický systém na střeše domu. Majitel domu pak nakupuje elektřinu, kterou vyrobí solární systém, za dohodnutou cenu. Tato možnost umožňuje majiteli domu snížit své náklady na elektřinu bez potřeby investice do fotovoltaického systému,
- **dotace:**
mohou snížit počáteční náklady a zvýšit návratnost investice (viz. kapitola 3.1).

3.3 Ekonomické zhodnocení investice

Jako nejlepší nabídka byla vyhodnocena nabídka firmy SUNWORK, která za cenu 442 387 Kč nabídla (ve srovnání s ostatními nabídkami) nejvíce.

Z volně dostupného softwaru SolarEdge Designer lze zjistit přibližnou roční výrobu elektrárny v daném místě. **Přibližná roční výroba se pohybuje kolem 6,48 MWh.**

Obrázek 10 Odhad roční výroby



Zdroj: vlastní zpracování v softwaru SolarEdge Designer

Pro určení zhodnocení efektivity projektu je nutné znát, kolik elektřiny domácnost spotřebuje a za kolik nakupuje elektřinu od dodavatele. V tomto případě je roční spotřeba 7,5 MWh a smluvní cena 6,05 Kč vč DPH za 1 kWh. S ohledem na situaci na trhu není možné s jistotou říci, zda ceny elektřiny budou v dalším období klesat nebo růst. Podle online služby Usetreno.cz by **neměl být růst ceny elektrické energie vyšší než 1,5 % ročně.** (Tato procentuální sazba je dále reflektována v ročních výnosech.)

Pro maximalizaci ekonomické výhodnosti vložné investice je důležité započítat výkup přebytečné energie. Jako vykupující odběratel byla zvolena společnost Centropol Energy, a.s., která v současnosti **vykupuje 1 MWh za 3 500 Kč vč DPH.**

Roční výnosy tak lze interpretovat jako kombinaci úspor z vlastní elektřiny a prodeje přebytků dodavateli. Jelikož je součástí instalace také bateriové úložiště o kapacitě 11,5kWh, lze předpokládat, že domácnost spotřebuje až 85 % (5,51 MWh) vyrobené elektřiny. Zbýlých 15 % (0,97 MWh) bude prodáno. **Roční výnos v takovém případě činí 36 730,50 Kč** (5,51 MWh * 6 050 Kč) + (0,97 MWh * 3 500 Kč).

Zhodnocení investice je vhodné interpretovat pomocí NPV (čisté současné hodnoty), což je ekonomický ukazatel, který vyjadřuje celkovou hodnotu všech peněžních toků spojených s investičním projektem. NPV slouží jako kritérium pro hodnocení výnosnosti investičních projektů. Hlavní předností tohoto kritéria spočívá v zohlednění časové hodnoty peněz, což umožňuje efektivní srovnání a hodnocení různých projektů s ohledem na jejich přínosy v různých časových obdobích.

Výhodnost záměru pořízení fotovoltaické elektrárny je zde srovnáno se záměrem vložit stejnou sumu peněz na spořicí účet s úrokovou sazbou 5 % p.a.

Vzorec pro výpočet NPV (čisté současné hodnoty):

$$NPV = \sum_{t=1}^{Tž} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - IN$$

Investice:	442 387 Kč	
Dotace:	-200 000 Kč	
IN:	242 387 Kč	
CF1 =	36,731 Kč	(1,5 % roční nárůst ceny elektřiny)
CF2 =	37,231 Kč	
CF3 =	38,076 Kč	
CF4 =	38,943 Kč	
CF5 =	39,832 Kč	
CF6 =	40,743 Kč	
CF7 =	41,677 Kč	
CF8 =	42,634 Kč	
CF9 =	43,615 Kč	
CF10 =	44,620 Kč	
r (diskont) =	5%	

$$\begin{aligned}
 \text{NPV} = & \\
 & 36731 / (1 + 0.05)^1 + 37231 / (1 + 0.05)^2 \\
 & + 38076 / (1 + 0.05)^3 + 38943 / (1 + 0.05)^4 \\
 & + 39832 / (1 + 0.05)^5 + 40743 / (1 + 0.05)^6 \\
 & + 41677 / (1 + 0.05)^7 + 42634 / (1 + 0.05)^8 \\
 & + 43615 / (1 + 0.05)^9 + 44620 / (1 + 0.05)^{10} \\
 & - 242387
 \end{aligned}$$

$$\text{NPV}_{5 \text{ let}} = -77\,496 \text{ Kč}$$

$$\text{NPV}_{10 \text{ let}} = 66\,890 \text{ Kč}$$

Hodnota NPV v horizontu 10 let není záporná, což lze považovat za investici finančně životaschopnou. Hodnoty CF se mohou v budoucnu měnit v závislosti na cenách energií v té době. Z tohoto důvodu bude využit rovněž ukazatel IRR (vnitřní výnosové procento).

Vzorec pro výpočet IRR (vnitřní výnosové procento):

$$\sum_{t=1}^{T\check{z}} \frac{CF_t}{(1 + VVP)^t} - IN = 0$$

$$\begin{aligned}
 0 = & \\
 & 36731 / (1 + \text{IRR})^1 + 37231 / (1 + \text{IRR})^2 \\
 & + 38076 / (1 + \text{IRR})^3 + 38943 / (1 + \text{IRR})^4 \\
 & + 39832 / (1 + \text{IRR})^5 + 40743 / (1 + \text{IRR})^6 \\
 & + 41677 / (1 + \text{IRR})^7 + 42634 / (1 + \text{IRR})^8 \\
 & + 43615 / (1 + \text{IRR})^9 + 44620 / (1 + \text{IRR})^{10} \\
 & - 242387
 \end{aligned}$$

$$\text{IRR} = 10,2\%$$

Aby bylo desátém roce NPV rovno 0, musí by výnosová míra být 10,2 %, což je zhruba dvojnásobek stanoveného diskontu. Že je hodnota dvakrát větší než diskont, je žádoucí, znamená to, že i v případě zvýšeného rizika, které by se v diskontu mohlo promítnout, je dobrá pravděpodobnost, že i tak bude investice finančně životaschopná.

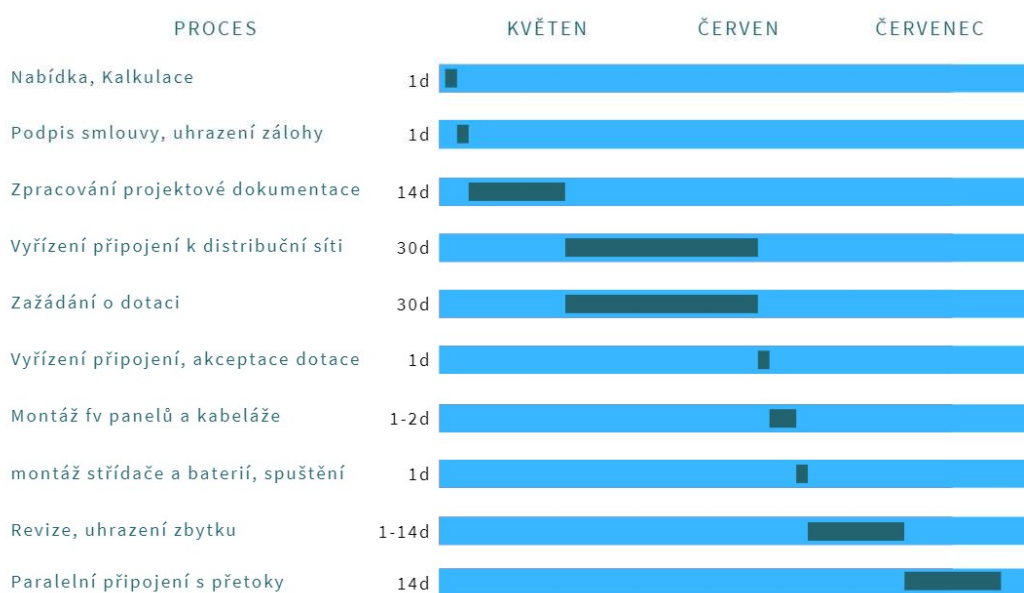
3.4 Realizace projektu

Realizace projektu je navržena na celkem na 94-108 dní, viz. následující graf.

Obrázek 11 Časový plán realizace projektu

Časový plán realizace projektu

POŘÍZENÍ FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY



Zdroj: vlastní zpracování v softwaru Canva

3.5 Bezpečnostní rizika

Instalace fotovoltaické elektrárny na střeše rodinného domu přináší různá rizika, která je důležité zvážit a vhodně řešit. Mezi tato rizika patří například:

Tabulka 4 Registr projektových rizik

Kategorie rizika	Riziko	Popis rizika	Pravděpodobnost (1-10)	Míra dopadu (1-10)	Závažnost rizika	Mitigace rizika
Bezpečnost	Pád z výšky	Možnost pádu během instalace nebo údržby fotovoltaických panelů způsobená nedbalostí, špatným zajištěním nebo nestabilitou povrchu.	3	6	Vysoká	Eliminace
Bezpečnost	Elektrická bezpečnost	Riziko úrazu elektrickým proudem pro instalátory i uživatele v důsledku nesprávného zapojení nebo poškození elektrického systému.	3	6	Vysoká	Redukce
Bezpečnost	Požární riziko	Možnost vzniku požáru způsobeného vadnými elektrickými spoji, přehřátím panelů nebo zkratem, což může vést k ohrožení domu a života.	4	8	Střední	Redukce
Bezpečnost	Mechanická stabilita	Riziko poškození fotovoltaických panelů vlivem extrémního větru, bouřky nebo jiných vnějších vlivů, což může ovlivnit výkon systému.	2	7	Střední	Redukce
Bezpečnost	Krádež a vandalství	Možnost krádeže panelů nebo vandalství způsobeného neoprávněným vstupem na pozemek, což může mít za následek finanční ztrátu a zmaření projektu.	2	9	Vysoká	Eliminace
Bezpečnost	Blížkost elektrických vedení	Riziko kolize s existujícími elektrickými vedeními, což může vést k nebezpečí úrazu elektrickým proudem nebo poškození vodičů.	1	8	Vysoká	Redukce
Bezpečnost	Údržba a servisní práce	Riziko úrazu při provádění údržby nebo servisních prací na fotovoltaickém systému, včetně čištění panelů nebo oprav.	6	3	Střední	Redukce
Bezpečnost	Blesky a přepětí	Možnost poškození systému bleskem nebo přepětím, což může způsobit poruchy v elektrickém systému a vyžadovat opravy.	3	9	Střední	Redukce
Technická	Nedostatek znalostí majitele	Riziko nesprávného provozu a údržby systému kvůli nedostatečným znalostem majitele, což může snížit efektivitu systému a zkrátit jeho životnost.	2	6	Vysoká	Redukce

Technická	Kombinace s ostatními technologiemi	Riziko nesprávného propojení fotovoltaického systému s jinými technologiemi v domě, což může vést k problémům s kompatibilitou a výkonem.	2	5	Vysoká	Redukce
Ekonomická	Zvýšené náklady	Možnost nečekaně vyšších nákladů na pořízení, instalaci, údržbu nebo opravy fotovoltaického systému, což může ovlivnit celkovou návratnost investice.	7	7	Střední	Redukce
Ekonomická	Fluktuace cen energií	Riziko nepředvídatelných změn v cenách energie, které mohou ovlivnit předpokládanou úsporu nákladů a návratnost investice.	6	8	Vysoká	Redukce
Regulační	Změny v legislativě	Možnost změn v zákonodárství nebo regulacích týkajících se fotovoltaických systémů, které mohou mít dopad na podporu nebo provoz systému.	5	9	Vysoká	Redukce
Regulační	Není splněna norma	Riziko nedodržení stanovených standardů nebo požadavků pro instalaci nebo provoz fotovoltaického systému, což může vést k problémům.	3	6	Střední	Eliminace
Technologická	Zastarání technologie	Možnost, že fotovoltaická technologie se rychle zastarají a novější systémy budou výkonnější a efektivnější, což může snížit hodnotu stávajícího systému.	6	5	Střední	Redukce
Technologická	Nedostupnost náhradních dílů	Riziko, že náhradní díly pro fotovoltaický systém nebudou k dispozici, což může komplikovat opravy a údržbu.	3	6	Střední	Redukce
Environmentální	Špatná likvidace starých panelů	Možnost problémů s ekologickou likvidací starých nebo poškozených fotovoltaických panelů, což může mít negativní vliv na životní prostředí.	3	3	Střední	Redukce
Environmentální	Negativní dopad na biodiverzitu	Riziko, že instalace fotovoltaických panelů může mít negativní dopad na místní flóru a faunu, což může vést k ekologickým problémům.	1	3	Střední	Redukce
Finanční	Nestabilita financí	Možnost ekonomických krizí nebo změn v úrokových sazbách, které mohou ovlivnit dostupnost úvěrů a financování pro fotovoltaický projekt.	4	8	Vysoká	Redukce
Finanční	Ztráta hodnoty systému	Riziko, že hodnota fotovoltaického systému se může snížit kvůli změnám na trhu, novým technologiím nebo jiným faktorům.	3	4	Střední	Redukce

Dodavatelská	Kvalita dodávaných komponent	Riziko, že dodané fotovoltaické komponenty nebudou dosahovat požadované kvality, což může mít negativní dopad na výkon a životnost systému.	3	6	Střední	Redukce
Dodavatelská	Zpoždění dodávek	Možnost zpoždění dodávky fotovoltaických komponent, což může prodloužit čas instalace a způsobit problémy v plánování projektu.	5	7	Střední	Redukce

Zdroj: vlastní zpracování

3.6 Desatero pro potenciální investory do fotovoltaické elektrárny

Navržený manuál má za cíl poskytnout potenciálním investorům základní kroky při rozhodování o investici do fotovoltaické elektrárny. Je důležité dodat, že každá situace je jedinečná, a proto lze vždy investorům doporučit konzultovat záměr se specializovanými odborníky a dodavateli při rozhodování o nákupu a instalaci.

Tabulka 5 Desatero pro investory do fotovoltaiky

FÁZE INVESTICE DO FOTOVOLTAIKY	KROKY PRO POTENCIÁLNÍ INVESTORY
1. Osvězte si znalosti o fotovoltaických systémech	Prostudujte si základy fotovoltaiky a principy fungování solárních panelů.
	Informujte se o typech panelů, jejich výkonu, životnosti a údržbě.
	Seznamte se s aktuálními trendy a inovacemi v oblasti fotovoltaiky.
2. Zvažte potenciál vaší lokality	Proveďte analýzu dostupnosti slunečního záření v oblasti, kde plánujete instalaci.
	Vyhodnoťte střešní plochy nebo pozemky pro možné umístění solárního systému.
	Zjistěte si možnosti případných státních dotací, daňových úlev nebo podpory pro fotovoltaiku.
3. Stanovte si finanční rozpočet	Určete, kolik jste ochotni investovat do fotovoltaické elektrárny.
	Zvažte možnosti financování, jako jsou vlastní prostředky, úvěry nebo leasing.

	Udělejte si přehled nad očekávanými náklady na instalaci, údržbu a pojištění systému.
4. Vyberte kvalifikovaného dodavatele	Prozkoumejte různé společnosti zabývající se instalací fotovoltaických systémů.
	Zkontrolujte reference a zkušenosti potenciálních dodavatelů.
	Požádejte o nabídky a porovnejte ceny a služby.
5. Zajistěte si povolení a hlídejte soulad s legislativou	Zjistěte, jaké povolení budete potřebovat pro instalaci fotovoltaického systému.
	Dodržujte platné stavební a elektrické předpisy a normy.
	Zažádejte si o dotace nebo podpory, pokud jsou k dispozici.
6. Instalace a odborná kontrola	Nechte systém nainstalovat kvalifikovanými technikami a odborníky.
	Zajistěte, aby byla provedena bezpečnostní kontrola a testování systému.
	Ujistěte se, že všechny elektrické a mechanické prvky jsou správně zajištěny.
7. Monitorování a údržba	Instalujte monitorovací systém, který sleduje výkon fotovoltaického systému.
	Pravidelně kontrolujte a čistěte solární panely a elektroniku.
	Udržujte komunikaci s dodavatelem ohledně servisních potřeb a záručních podmínek.
8. Využívejte a sledujte návratnost	Sledujte produkci elektřiny a úspory na účtech za elektřinu.
	Zhodnoťte návratnost investice a dobu, za kterou se náklady vrátí.
	Uvažujte o dalších způsobech využití solární energie, jako je elektromobilita.
9. Zvažte energetickou soběstačnost	Pokud je to možné, zvažte investici do dostatečně výkonného systému, abyste pokryli většinu nebo všechnu vaši spotřebu elektřiny.
	Uvažujte o možnosti bateriového úložiště energie pro zajištění energie i v době bez slunečního záření.
	Sledujte možnosti výdeje nadbytečné elektřiny zpět do sítě a získávání případných bonusů nebo úspor.

10. Sdílejte zkušenosti a učte se z nich	Sdílejte své zkušenosti s ostatními investory nebo budoucími zájemci o fotovoltaiku.
	Učte se od ostatních, kteří již mají zkušenosti s provozem fotovoltaické elektrárny.
	Informujte se i dále o nových technologiích a možnostech v oblasti fotovoltaiky.

Zdroj: vlastní zpracování

Investice do fotovoltaiky je zajímavou možností pro potenciální investory, kteří chtějí snížit své náklady na elektřinu, podpořit udržitelnou energetiku a přispět k ochraně životního prostředí. Pro úspěšnou realizaci takové investice je důležité mít jasnou představu o postupu a zvážit několik klíčových faktorů.

Prvním krokem při rozhodování o fotovoltaike je osvěžení si znalostí o tomto druhu technologie. Potenciální investoři by měli studovat základy fotovoltaiky, principy fungování solárních panelů a seznámit se s různými typy panelů, jejich výkonem, životností a údržbou. Důkladné pochopení této technologie jim pomůže lépe zhodnotit její přínosy a očekávání.

Dále je klíčové zvážit potenciál lokality, kde bude fotovoltaický systém umístěn. Analýza dostupnosti slunečního záření je klíčová, neboť čím více slunce je k dispozici, tím efektivněji bude solární systém fungovat. Důkladné zhodnocení střešních ploch nebo pozemků pro umístění panelů je nezbytné, aby bylo zajištěno co nejoptimálnější využití solární energie.

Finanční rozpočet je dalším krokem, který by neměl být podceňován. Potenciální investoři by měli jasně stanovit, kolik jsou ochotni do fotovoltaiky investovat, a zvážit různé možnosti financování, jako jsou vlastní prostředky, úvěry nebo leasing. K tomu je důležité přehledně zmapovat očekávané náklady na instalaci, údržbu a pojištění fotovoltaického systému, což jim umožní lépe odhadnout návratnost investice.

Vybrat kvalifikovaného dodavatele je klíčové pro úspěšnou instalaci a dlouhodobý provoz fotovoltaické elektrárny. Je důležité prozkoumat různé společnosti specializující se na fotovoltaiku, zkontrolovat jejich reference a zkušenosti, požádat o nabídky a porovnat ceny a služby. Důvěryhodný dodavatel s bohatými zkušenostmi může zajistit správnou instalaci a kvalitní provoz systému.

Dalším krokem je zajištění povolení. Investoři musí zjistit, jaká povolení budou potřebovat pro instalaci fotovoltaického systému a pečlivě dodržovat platné stavební a elektrické předpisy a normy. Při dodržení příslušných pravidel mohou potenciální investoři také požádat o případné státní dotace nebo podpory, což může zvýšit atraktivitu investice.

Po úspěšné instalaci je důležitá pravidelná údržba solárního systému. Monitorovací systém pomůže sledovat výkon fotovoltaického systému a včas odhalit případné problémy. Pravidelná kontrola a čištění solárních panelů a elektroniky je nezbytná pro optimální výkon a dlouhou životnost systému. Komunikace s dodavatelem ohledně servisních potřeb a záručních podmínek je také důležitá pro zajištění spolehlivého provozu.

Zvážení energetické soběstačnosti je dalším důležitým aspektem. Investoři by měli uvažovat o dostatečně výkonném systému, který by pokryl většinu nebo všechnu jejich spotřebu elektřiny. Zahrnutí bateriového úložiště energie může zabezpečit energii i v době bez slunečního záření, což přispívá k větší nezávislosti na klasických energetických zdrojích.

A nakonec, sdílení zkušeností a učení se od ostatních investorů je důležité pro dlouhodobý úspěch investice do fotovoltaiky. Sdílení informací o provozu a údržbě systému může pomoci ostatním investorům vyhnout se chybám a vylepšit své vlastní solární systémy. Zůstat informovaný o nových technologiích a možnostech v oblasti fotovoltaiky umožní investorům držet krok s neustále se rozvíjícím trhem solární energie.

Je zásadní, aby byla instalace fotovoltaické elektrárny prováděna kvalifikovanými a zkušenými odborníky, kteří mají znalost a zkušenosti s bezpečnostními opatřeními a platnými normami. Pravidelná údržba a kontrola systému jsou také důležité pro minimalizaci bezpečnostních rizik a zajištění dlouhodobě bezproblémového provozu. Je-li fotovoltaický systém nainstalován a udržován správně, může poskytnout dlouhodobý a udržitelný zdroj energie.

4 Závěr

Fotovoltaika je moderní technologie, která využívá sluneční energii k přeměně světelného záření na elektrickou energii. V dnešní době má fotovoltaika klíčovou roli v energetice a získává stále větší popularitu díky svým mnoha výhodám.

Jednou z největších výhod fotovoltaiky je její udržitelnost a ekologická šetrnost. Sluneční energie je obnovitelný a nevyčerpateľný zdroj, což znamená, že není omezena omezením paliv a fosilních zdrojů. Fotovoltaika neprodukuje emise skleníkových plynů a dalších znečišťujících látek, což snižuje negativní dopady na klima a životní prostředí. Díky tomu se fotovoltaika stává klíčovým prostředkem v boji proti globálnímu oteplování a znečištění ovzduší.

Další výhodou fotovoltaiky je možnost snížení nákladů na elektřinu. Vlastní výroba elektřiny z fotovoltaického systému umožňuje domácnostem a podnikům snižovat své závislosti na dodavatelích elektřiny a snižovat své energetické náklady. Fotovoltaika může nabídnout energetickou soběstačnost, což znamená, že uživatelé mohou produkovat vlastní elektřinu pro své potřeby a nezávisleji reagovat na fluktuace cen elektřiny na trhu.

Díky dostupnosti slunečního záření téměř po celém světě může být fotovoltaika instalována i v odlehlých oblastech, což umožní přístup k elektřině pro lidi, kteří nemají snadný přístup k tradiční energetice a infrastruktuře.

Fotovoltaika také přispívá k decentralizaci energetiky. Výroba elektřiny blízko místa spotřeby snižuje zátěž na energetické sítě a zvyšuje spolehlivost dodávek elektřiny. Tím může fotovoltaika přispět ke stabilitě energetických systémů a snížení rizika výpadků elektřiny.

Dlouhá životnost a nízká údržba fotovoltaických panelů představují další výhodu této technologie. Správně navržený a kvalitně instalovaný solární systém může fungovat po mnoho desetiletí s minimálními náklady na údržbu, což snižuje provozní náklady pro uživatele. Fotovoltaika rovněž představuje ekonomickou výhodnost. Zatímco počáteční investice může být vyšší, dlouhodobě se vyplácí. Snížení nákladů na elektřinu a případná podpora státem nabízených dotací nebo daňových úlev může zkrátit dobu návratnosti investice.

Celkově lze tedy říci, že fotovoltaika představuje perspektivní a výhodný způsob výroby elektřiny v dnešní době. Je udržitelná, šetrná k životnímu prostředí, ekonomicky výhodná a přináší dlouhodobou energetickou soběstačnost. S rostoucím důrazem na udržitelnost a ekologii se fotovoltaika stává stále důležitějším pilířem energetického mixu, který může přispět k lepší budoucnosti naší planety.

Práce se podrobně zabývala problematikou fotovoltaiky jako zdrojem obnovitelné energie. V teoretické části bylo popsáno fungování fotovoltaického článku, typy fotovoltaických systémů a varianty technických řešení, včetně instalace fotovoltaické elektrárny na rodinný dům. Dále byly prozkoumány fotovoltaické služby a klíčové aspekty, které je třeba zvážit při investici do fotovoltaické elektrárny, jako jsou dotace, ekonomická rentabilita, legislativa a rizika. Statistiky fotovoltaických instalací v ČR poskytly ucelený pohled na současný stav tohoto odvětví energetického trhu.

Praktická část se věnovala projektu instalace fotovoltaické elektrárny na rodinný dům. Byly vyjmenovány a zváženy možnosti bezpečné a efektivní instalace (z pohledu statiky a účinnosti fotovoltaických panelů), následně byla přiblížena investiční náročnost řešení formou nabídek od konkrétních firem a na jejich základě bylo také demonstrováno ekonomické zhodnocení záměru. Byla vyjmenována bezpečnostní rizika a byla zdůrazněna důležitost dodržování bezpečnostních opatření při instalaci a údržbě fotovoltaického systému.

V závěru práce bylo navrženo „desatero“ rad pro potenciální investory do fotovoltaické elektrárny. Seznam klíčových bodů nabízí průvodce pro ty, kteří uvažují o investici do fotovoltaiky.

Fotovoltaika představuje perspektivní a udržitelný způsob výroby elektřiny, který má pozitivní dopad na životní prostředí i ekonomiku. Investice do fotovoltaické elektrárny vyžaduje pečlivé plánování, důkladnou analýzu a spolupráci s kvalifikovanými odborníky. Správně navržený a kvalitně instalovaný solární systém může nabídnout dlouhodobý zdroj čisté energie, snížení nákladů na elektřinu a přínos pro životní prostředí. S narůstajícím povědomím o udržitelném způsobu života a podporou obnovitelných zdrojů energie může fotovoltaika hrát v budoucím energetickém mixu významnou roli.

Seznam použité literatury

ABEBE, I. *Shining Horizons: Solar Power and Sustainable Development*. 2022, Addis Abeba, Sunbeam Publishing, ISBN: 978-6-789012-34-5.

ACTUM. *Sluneční elektrárny (solární energie)*. 2015. Dostupné online z <http://www.alternativni-zdroje.cz/slunecni-solarni-elektrarny.htm>

ALHASSAN, N. *Solar Sands: Harnessing Sunlight in the Desert*. 2021, Dubaj, Oasis Books, ISBN: 978-5-678901-23-4.

ALVARADO, X. *El Brillo del Sol: El Futuro de las Centrales Fotovoltaicas*. 2022, Ciudad de México, Solaris Editores, ISBN: 978-0-123456-78-9.

ANDERSEN, S. *Solstrejf: Fremtiden for Fotovoltaiske Kraftværker*. 2023, Kodaň, Lysende Forlag, ISBN: 978-2-345678-90-1.

BENDA, V. *Hlavní vývojové trendy ve fotovoltaice*. 2019. Dostupné online z <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/fotovoltaika/hlavnivyvojove-trendy-ve-fotovoltaice>

CIHLÁŘSKÝ SVAZ ČECH A MORAVY. *Modrošedý dům se šikmou střechou*. 2021. Dostupné online z <https://www.cscm.cz/modrosedy-dum-se-sikmou-strechou/>

EKONOMICKÝ DENÍK. *Fotovoltaický trh živelně roste. Loni přibylo 33 760 solárních elektráren o výkonu skoro 289 megawattů*. 2023. Dostupné online z <https://ekonomickydenik.cz/fotovoltaicky-trh-zivelne-roste-loni-pribylo-33-760-solarnich-elektraren-o-vykonu-skoro-289-megawattu/>

FOTOVOLTAIA GOTTWALD. *Gottwald – fotovoltaika*. [cit. 2023-07-29]. Dostupné online z <https://www.fotovoltaika-gottwald.cz/o-nas#>

HASELHUHN, R. *Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu*. Ostrava: HEL, 2011. ISBN 978-80-86167-33-6.

CHEN, X. *Glimmer of Tomorrow: The Rise of Solar Farms*. 2021, Šanghaj, Enlightened Books, ISBN: 978-9-012345-67-8.

CHOI, J. *Solar Symphony: The Harmony of Photovoltaic Solutions*. 2023, Soul, Enlightened Press, ISBN: 978-0-123456-78-9

IVANOV, V. *Solar Odyssey: A Journey Through Photovoltaic Frontier*. 2023, Moskva, Solaris Press, ISBN: 978-7-890123-45-6.

ISLAM, N. *Sunlit Skies: A Guide to Residential Solar Panels*. 2022, Dháka, SolarTech Books, ISBN: 978-9-876543-21-2.

JIANG, X. *Solar Serenade: Art and Science of Photovoltaic Designs*. 2023, Šen-čen, Luminar Books, ISBN: 978-2-345678-90-1.

KLECZEK, J. *Slunce a jeho energie*. 2004. Dostupné online z <https://oze.tzb-info.cz/1948-slunce-a-jeho-energie>

MATAJS, V. *Jak funguje střešní fotovoltaická elektrárna?* 2018. Dostupné online z <https://www.solarniexperti.cz/jak-funguje-stresni-fotovoltaicka-elektrarna/>

MICHUT, P. *Problematika fotovoltaických elektráren*. [cit. 2023-07-22]. Dostupné online z <https://uniesoudnichznalcu.cz/public/media/files/clanky/Vseobecna-elektronika/E04-2016.pdf>

MOJEELEKTRARNA.CZ. *Vyplatí se?* [cit. 2023-07-23]. Dostupné online z <https://mojeelektrarna.cz/energie-ze-slunce.html#prettyPhoto>

MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J., TOMEŠ, M. *Fotovoltaika, elektřina ze slunce*. Brno: ERA, 2007. 21. století. ISBN 978-80-7366-100

NAPOLITANO, F. *Energia Solare: Guida Pratica alle Centrali Fotovoltaiche*. 2022, Řím, Sole Editore, ISBN: 978-9-876543-21-2.

NOVÁK, T., ŠNOBL, J., SOKANSKÝ, K. *FVE z pohledu investičních nákladů a návratnosti. Světlo*. 2010. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/42562.pdf>

OBERON, Z. *Stellar Power: Advanced Techniques in Photovoltaic Arrays*. 2023, New York, Celestial Press, ISBN: 978-3-456789-12-3.

OSEI, K. *Sunsational Africa: Solar Energy Revolution on the Continent*. 2021, Accra, Golden Sun Books, ISBN: 978-3-456789-12-3.

OSMAN, M., ALIBABA, Z. Comparative Studies on Integration of Photovoltaic in Hot and Cold Climate. *Scientific Research Journal* [online]. 2015. ISSN 2201-2796.

PAPADOPOULOS, D. *Heliosphere: Solar Power and Renewable Energy*. 2022, Athény, Sunburst Publications, ISBN: 978-0-123456-78-9.

POROVNEJSITO.CZ. *Dotace na fotovoltaiku 2023*. [cit. 2023-07-22]. Dostupné online z <https://www.porovnejsito.cz/ptate-se/novinky/dotace-na-fotovoltaiku-2023#>

SEFY-CR.CZ. *Dotace na fotovoltaiku*. 2023. Dostupné online z https://www.sefy-cr.cz/dotace-na-fotovoltaiku/?gclid=Cj0KCQjwn_OIBhDhARIsAG2y6zNYFknMRnrNcWY4mNr2JT6YG2BJHWtEf_PkIf0ITF3s-9sdsS4JIL0aAIKGEALw_wcB

SÍTEK, M. *Dotace pro fotovoltaiku v roce 2023. Kolik dostanete?* 2023. Dostupné online z <https://www.elektrina.cz/dotace-pro-fotovoltaiku-v-roce-2023-kolik-dostanete>

SOLARTEC. *Fotovoltaika a fotovoltaické systémy v podmínkách ČR a jejich navrhování*. [cit. 2023-07-23]. Dostupné online z https://www.mpo-efekt.cz/dokument/98_8050.pdf

THAKUR, S. *Sunshine Chronicles: Pioneers of Photovoltaic Power*. 2023, Mumbai, Solar Sparks Publications, ISBN: 978-1-234567-89-0.

VUK, M. *Sunbeam Symphony: Harnessing Solar Energy for Tomorrow*. 2023, Bělehrad, Helios Publishing, ISBN: 978-5-678901-23-4.

Seznam tabulek a obrázků

TABULKY

Tabulka 1 Přehled fotovoltaických řešení	25
Tabulka 2 Výhody a nevýhody fotovoltaických řešení	27
Tabulka 3 Rozdíly mezi typy fotovoltaických elektráren	28
Tabulka 4 Registr projektových rizik	51
Tabulka 5 Desatero pro investory do fotovoltaiky	53

OBRÁZKY

Obrázek 1 Fotovoltaický článek	14
Obrázek 2 Schéma fotovoltaické elektrárny.....	16
Obrázek 3 Fotovoltaická elektrárna s řízením vlastní spotřeby	17
Obrázek 4 Mapa slunečního svitu ČR	18
Obrázek 5 Počty nových fotovoltaických elektráren v ČR v roce 2022	39
Obrázek 6 Rodinný dům pro fotovoltaický investiční záměr	41
Obrázek 7 Umístění fotovoltaických panelů na stěnu domu	42
Obrázek 8 Umístění fotovoltaických panelů na střeše domu.....	43
Obrázek 9 Umístění fotovoltaických panelů na samostatných konstrukcích.....	44
Obrázek 10 Odhad roční výroby	47
Obrázek 11 Časový plán realizace projektu	50

Evidence výpůjček

Prohlášení:

Dávám svolení k půjčování této diplomové práce. Uživatel potvrzuje svým podpisem, že bude tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

Jméno a příjmení: Šimon Bílek

V Praze dne: Klikněte nebo klepněte sem a Podpis:
zadejte datum.

Jméno	Oddělení/ Pracoviště	Datum	Podpis
