

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomiky



Diplomová práce

**Hodnocení ekonomické efektivity investic do
fotovoltaických elektráren pro obytné domy v ČR**

Bc. Nikolay Razlivinskiy

© 2021 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Nikolay Razlivinskiy

Hospodářská politika a správa
Podnikání a administrativa

Název práce

Hodnocení ekonomické efektivity investic do fotovoltaických elektráren pro obytné domy v ČR.

Název anglicky

Evaluation of economic efficiency of investments in photovoltaic power plants for residential buildings in the Czech Republic.

Cíle práce

Cílem diplomové práce je provedení analýzy ekonomické efektivity vybraných fotovoltaických systémů pro určité typy domů ve Středočeském kraji a Hl. m. Praha pomocí dynamických metod hodnocení ekonomické návratnosti investic a stanovení doporučení pro vhodnost realizace těchto systémů.

Metodika

Teoretická část bude napsána na základě zpracované literární rešerše literatury a informací z relevantních zdrojů na internetu a z interních zdrojů získaných od firmy zabývající se fotovoltaickými elektrárnami.

Praktická část bude rozdělena do dvou částí dle modelových investičních projektů. První projekt bude zpracován jako analýza investice do fotovoltaické elektrárny s akumulací a bez akumulací pro malý subjekt – rodinný dům ve Středočeském kraji. Dále pak bude analyzována ekonomická investice pro velký subjekt – bytový dům v Praze, jejímž cílem je snížení nákladů na elektřinu, dle vybraných hledisek. Analýza výše zmíněných projektů bude provedena za pomoci údajů poskytnutých společností Graff Investment s.r.o. s využitím dynamických metod, jakými jsou čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento, index ziskovosti a doba návratnosti. Vyhodnocení provedených analýz se zohledněním vlivu variantních vstupů bude využito ke stanovení celkových závěrů a zobecnitelných doporučení.

Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

Klíčová slova

Čistá současná hodnota, doba návratnosti, fotovoltaická elektrárna, index ziskovosti, investice, návratnost investice, solární panel, vnitřní výnosové procento

Doporučené zdroje informací

DLUHOŠOVÁ, D. *Finanční řízení a rozhodování podniku : analýza, investování, oceňování, riziko, flexibilita*. Praha: Ekopress, 2010. ISBN 978-80-86929-68-2.

EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION. *Global Market Outlook For Photovoltaics 2014–2018*. Brussels: EPIA. 2014, 60 s. [online] solarniasociace.cz

HASELHUHN, R. *Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2011, 176 s. ISBN 978-80-86167-33-6.

KISLINGEROVÁ, E. *Manažerské finance*. V Praze: C.H. Beck, 2010. ISBN 978-80-7400-194-9.

LIBRA, M. a POULEK, V. *Fotovoltaika: teorie i praxe využití solární energie*. 2., dopl. vyd. Praha: Ilsa, 2010, 160 s. ISBN 978-80-904311-5-7.

MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J. a TOMEŠ, M. *Fotovoltaika: elektřina ze slunce*. Vyd. 2., Brno: ERA 2008, 112 s. ISBN: 978-80-7366-133-5.

STANĚK, K. *Fotovoltaika pro budovy*. 1. vyd. Praha: Grada pro Katedru konstrukcí pozemních staveb Fakulty stavební Českého vysokého učení technického v Praze, 2012, 223 s. ISBN 978-80-247-4278-6.

SYNEK, M. *Manažerská ekonomika*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3494-1.

VALACH, J. *Investiční rozhodování a dlouhodobé financování*. Praha: Ekopress, 2006. ISBN 80-86929-01-9.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. et Ing. Ondřej Škubna, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 5. 3. 2021

prof. Ing. Miroslav Svatoš, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 3. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „**Hodnocení ekonomické efektivity investic do fotovoltaických elektráren pro obytné domy v ČR**“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.03.2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Ondřeji Škubnovi, Ph.D. za odborné konzultace, trpělivost, ochotu a cenné rady při tvorbě mé diplomové práce. Dále bych tímto chtěl vyjádřit poděkování ředitelovi firmy Graff Investment s.r.o. Sanjay Maggu za odborné rady a poskytnutí interních zdrojů pro výzkumnou část této diplomové práce. V neposlední řadě patří velké poděkování mé manželce, která mě během celého studia podporovala a nikdy neváhala podat pomocnou ruku.

Hodnocení ekonomické efektivity investic do fotovoltaických elektráren pro obytné domy v ČR

Abstrakt

Tato diplomová práce je věnována problematice investic do fotovoltaických elektráren pro jejich budoucí uživatele řešící tři základní problémy při využití elektřiny ze slunce, kterými jsou hospodárnost, ekologie a soběstačnost. Tato téma je aktuální poslední deset let od vzniku dotačního programu, který umožňuje stavitelům takovýchto elektráren snížit jejich investiční náklady skoro o polovinu. Na začátku práce autor vymezuje hlavní cíl diplomové práce, který pomůže při sestavení následujících důležitých částí práce.

V teoretické části práce autor seznamuje čtenáře s historií vývoje fotovoltaických systémů a solární energie, charakteristikou a principem fungování solárních článků, výhodami a nevýhodami instalací různých typů panelů a jejich likvidací. Dále jsou probrány statické a dynamické metody hodnocení ekonomické efektivity investic pro praktickou část práce. Na konci jsou uvedeny podoblasti podpory dotačního programu včetně výše dotace pro každou podoblast.

V navazující praktické části jsou využity data a interní zdroje ze společnosti zabývající se prodejem fotovoltaických elektráren, které autor práce získal během praxe v této firmě. V dalších dvou kapitolách na základě získaných dat jsou vytvořeny šest investičních projektů zaměřených na instalaci fotovoltaických elektráren s cílem úspory nákladů na elektrickou energii. První dva jsou určeny pro rodinný dům, poslední čtyři jsou zpracovány pro bytový dům.

Po detailní analýze získaných výsledků v závěru je uvedeno, jaké FVE a pro jaké subjekty jsou ekonomicky efektivní.

Klíčová slova: čistá současná hodnota, doba návratnosti, fotovoltaická elektrárna, index ziskovosti, investice, návratnost investice, solární panel, vnitřní výnosové procento.

Evaluation of economic efficiency of investments in photovoltaic power plants for residential buildings in the Czech Republic

Abstract

This diploma thesis is devoted to the issue of investment in photovoltaic power plants for their future users solving three basic problems in the use of electricity from the sun, which are economy, ecology and self-sufficiency. This topic is relevant for the last ten years since the creation of the subsidy program, which allows builders of such power plants to reduce their investment costs by almost half. At the beginning of the work, the author defines the main goal of the thesis, which will help in compiling the following important parts of the work.

In the theoretical part of the work, the author acquaints the reader with the history of the development of photovoltaic systems and solar energy, the characteristics and principle of operation of solar cells, the advantages and disadvantages of installing different types of panels and their disposal. Furthermore, static and dynamic methods of evaluating the economic efficiency of investments for the practical part of the work are discussed. At the end, the sub-areas of support of the subsidy program are listed, including the amount of the subsidy for each sub-area.

The following practical part uses data and internal resources from the company dealing with the sale of photovoltaic power plants, which the author obtained during the internship in this company. In the next two chapters, based on the obtained data, six investment projects focused on the installation of photovoltaic power plants are created with the aim of saving electricity costs. The first two are intended for a family house, the last four are designed for a residential house.

After a detailed analysis of the obtained results, in the conclusion it is stated which PV plants and for which subjects they are economically efficient.

Keywords: net present value, payback period, photovoltaic power plant, profitability index, investment, return on investment, solar panel, internal rate of return.

Obsah

1 Úvod	13
2 Cíl práce a metodika	15
2.1 Cíl práce	15
2.2 Metodika	16
3 Teoretická část	18
3.1 Fotovoltaika a solární energetické technologie	18
3.1.1 Historie vývoje solární energie ve světě	19
3.1.2 Současný stav energetiky.	21
3.1.3 Charakteristika a princip fungování fotovoltaických systémů.	24
3.1.4 Zpracování solární energie pomocí fotovoltaických elektráren ve světě. .	29
3.1.5 Výhody a nevýhody montáže fotovoltaických elektráren.	31
3.1.6 Ekologické likvidace fotovoltaických systémů.	33
3.2 Metody hodnocení ekonomické efektivity investic	35
3.2.1 Dynamické metody	36
3.2.2 Statické metody	38
3.3 Současný stav na trhu fotovoltaických systémů České republiky	39
3.4 Dotační programy pro fotovoltaiku	43
4 Vlastní práce	45
4.1 Úvod	45
4.2 Profil analyzované společnosti.	45
4.2.1 Sortiment	46
4.3 Realizace investičního planu fotovoltaické elektrárny na příkladu malého subjektu.	49
4.3.1 Úvod	49
4.3.2 Popis potenciálního odběratele.	50
4.3.3 Projekt hybridní fotovoltaické elektrárny a její cenová nabídka.	50
4.3.3.1 Nabídka HFVE pro rodinný dům	52
4.3.3.2 Položkový rozpočet pro rodinný dům	53
4.3.3.3 Záruka na HFVE pro rodinný dům	55
4.3.4 Životnost a nutnost výměny solárních článků	56
4.3.5 Hodnocení ekonomické návratnosti investice	57
4.3.5.1 Čistá současná hodnota	63
4.3.5.2 Vnitřní výnosové procento	64
4.3.5.3 Index ziskovosti	65
4.3.5.4 Doba návratnosti	66

4.3.5.5	Celkové zhodnocení vybrané investice	67
4.4	Realizace investičního plánu fotovoltaické elektrárny na příkladu velkého subjektu.....	68
4.4.1	Úvod.....	68
4.4.2	Popis potenciálního odběratele.....	68
4.4.3	Projekt fotovoltaické elektrárny a její cenová nabídka.....	69
4.4.3.1	Nabídka FVE pro bytový dům	70
4.4.3.2	Možnost prodeje přebytku elektřiny	72
4.4.3.3	Položkový rozpočet pro bytový dům	72
4.4.3.4	Záruka na FVE pro bytový dům.....	74
4.4.4	Hodnocení ekonomické návratnosti investice	75
4.4.4.1	Varianta pořízení FVE pro bytový dům bez využití úvěru.	77
4.4.4.2	Varianta pořízení FVE pro bytový dům s využitím hypotečního úvěru. 79	
4.4.4.3	Čistá současná hodnota	83
4.4.4.4	Vnitřní výnosové procento	84
4.4.4.5	Index ziskovosti.....	85
4.4.4.6	Doba návratnosti.....	86
4.4.4.7	Celkové zhodnocení vybrané investice FVE pro BD	87
5	Závěr	90
6	Doporučená literatura	95
7	Přílohy.....	100

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1 - Zásoby různých zdrojů energie na Zemi.....	22
Tabulka č. 2 - Výhody a nevýhody fotovoltaických elektráren.	32
Tabulka č. 3 – Prognóza recyklace fotovoltaických panelů v roce 2030-2050.....	33
Tabulka č. 4 - Žebříčky společnosti v odvětví recyklace solárních panelů.....	35
Tabulka č. 5- Vývoj ceny elektřiny 1 KWh/kč - 2010–2020 roky.	41
Tabulka č. 6 – Dotační program „Nová Zelená úsporám“	44
Tabulka č. 7 - Výběr z klasifikace ekonomických činností dle CZ-NACE pro Graff Investment.	46
Tabulka č. 8 -Standardní konfigurace pro rodinný dům bez akumulace SUN-MINI.....	47
Tabulka č. 9 -Standardní konfigurace pro rodinný dům s akumulací SUN-MAXI.....	47

Tabulka č. 10 -Standardní konfigurace pro rodinný dům s akumulací SUN MIDI+.....	48
Tabulka č. 11 - Charakteristika nabídky HPVE pro rodinný dům.	52
Tabulka č. 12 – Rozpis roční výroby elektřiny.....	52
Tabulka č. 13 – Vyčíslení položkového rozpočtu navrhované fotovoltaické elektrárny pro RD	53
Tabulka č. 14 - Výměna komponentů HFVE	58
Tabulka č. 15 - Průměrná spotřeba energie ze sítě za rok 2020 pro RD.	59
Tabulka č. 16 – Výpočty pomocných ukazatelů pro posouzení efektivnosti HFVE	60
Tabulka č. 17 -posouzení hodnocení investice HFVE pro rodinný dům s akumulací.	61
Tabulka č. 18 -posouzení hodnocení investice HFVE pro rodinný dům bez akumulace. ..	62
Tabulka č. 19 - Celkové zhodnocení HFVE investice pro RD s akumulace.	67
Tabulka č. 20 - Celkové zhodnocení HFVE investice pro RD bez akumulací.....	68
Tabulka č. 21 - Charakteristika nabídky FVE bytový dům.	70
Tabulka č. 22 – Rozpis roční výroby elektřiny BD.....	71
Tabulka č. 23 – Vyčíslení položkového rozpočtu navrhované fotovoltaické elektrárny pro BD	73
Tabulka č. 24 - Výměna komponentů FVE v BD.....	75
Tabulka č. 25 - Průměrná spotřeba energie ze sítě za rok 2020 pro BD.	76
Tabulka č. 26 – Výpočty pomocných ukazatelů pro posouzení efektivnosti FVE pro BD. 77	
Tabulka č. 27 - Posouzení hodnocení investice FVE s akumulací bez úvěru pro BD.	78
Tabulka č. 28 - Posouzení hodnocení investice FVE bez akumulace a bez úvěru pro BD. 79	
Tabulka č. 29 – Výpočet roční splátky při půjčení úvěru u BD s akumulací.....	80
Tabulka č. 30 - Výpočet roční splátky při půjčení úvěru u BD bez akumulace	80
Tabulka č. 31 - Posouzení hodnocení investice FVE s akumulací a úvěrem pro BD.....	81
Tabulka č. 32 - Posouzení hodnocení investice FVE bez akumulace a s úvěrem pro BD. . 82	
Tabulka č. 33- Celkové zhodnocení investice do FVE pro BD s akumulací bez úvěru.	87
Tabulka č. 34 - Celkové zhodnocení investice do FVE pro BD bez akumulace a bez úvěru.	88
Tabulka č. 35 - Celkové zhodnocení investice do FVE pro BD s akumulací a s úvěrem. ..	88
Tabulka č. 36 - Celkové zhodnocení investice do FVE pro BD bez akumulace a s úvěrem.	89

Seznam grafů:

Graf č. 1 - Spotřeba energie v ČR 2010–2018 dle vybraných ukazatelů.	23
Graf č. 2 - Trendy v oblasti solární fotovoltaické energie v období 2003-2018.	31
Graf č. 3 - Vývoj výroby elektřiny v České republice v období 2010-2019.	40
Graf č. 4 - Výroba elektřiny v České republice v roce 2019 dle krajů.	42
Graf č. 5 - Výroba elektřiny v České republice v roce 2019 dle instalovaného výkonu. ...	43

Seznam obrázků:

Obrázek 1 - Princip fungování fotovoltaické elektrárny.	25
Obrázek 2 – Prvky fotovoltaického systému.	26
Obrázek 3 - Struktura fotovoltaického článku.	27
Obrázek 4 - Typy solárních panelů.	28
Obrázek 5 - Hlavní výrobce fotovoltaické energie v roce 2018.	30

Seznám schématu:

Schéma - 1 - Typologie zdrojů energie	18
Schéma 2 - Způsob provozování HFVE.	53
Schéma 3 - Způsob provozování FVE.	71

Seznam použitých zkratk:

BD – Bytový dům

ERÚ – Energetický regulační úřad

FVE – Fotovoltaická elektrárna

HFVE – Hybridní fotovoltaická elektrárna

IEA PVPS – International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Programme

IRENA – The International Renewable Energy Agency

IRR – Vnitřní výnosové procento

NPV – Čistá současná hodnota

PI – Index ziskovosti

PP – Doba návratnosti

RD – Rodinný dům

SVJ – Společenství vlastníků jednotek

1 Úvod

V současnosti si většina lidí nemůže představit život bez energií. Ale kvůli neustálému rozvoji průmyslu, zemědělství a novým objevům ve světě vědy a techniky stoupá i spotřeba těchto energií. Jeden z problémů, který z těchto skutečností vyplývá je skutečnost, že hlavním palivem využívaným k výrobě těchto energií jsou tradiční fosilní paliva, tedy ropa, uhlí a zemní plyn. Fosilní paliva patří mezi dlouhodobě obnovitelné zdroje energie, ale vznik nových trvá desetiletí, proto když dojde k vyčerpání zásob, které aktuálně využíváme, tak se náš svět může posunout k energetické krizi. Aby tomuto předejít a problému se vyhnout, je nutné hledat alternativní, obnovitelné zdroje energie, mít racionální spotřebu zdrojů existujících a zabývat se vývojem nových technologií.

Jedním z typů nových technologií, se kterými se lidé nyní snaží pracovat a rozvíjet je, jsou založeny na přeměně slunečního záření na energii. Tato alternativní energie je stále více využívána, tedy poptávka po solárních elementech neustále roste, s čímž je spojen i nárůst výzkumu a vývoje nových a efektivnějších materiálů a postupů výroby. Nejvyužívanější a nejefektivnější technologií v rámci využití solární energie v současnosti se nazývá fotovoltaika. Mezi klíčové vlastnosti fotovoltaických článků patří teplotní stabilita, radiační odolnost a samozřejmě přeměna světelné energie na energii elektrickou. Solární energie může být použita nejenom pro osvětlení domu nebo bytu a fungování elektrospotřebičů, ale také pro vytápění místností, ohřev vody nebo v průmyslu.

Tato práce je zaměřena na podrobnou analýzu současného energetického průmyslu, zejména fotovoltaických systémů. Cílem práce je ekonomická analýza při realizaci investičních záměrů vybraných druhů fotovoltaických systémů při určitých podmínkách. V teoretické části bude popsán současný stav vývoje solární energie, charakteristika principu fungování fotovoltaických elektráren, jejich distribuce ve světovém průmyslu a ekologické posouzení vhodnosti daného způsobu získávání elektrické energie. Dílčím cílem této diplomové práce je posouzení několika typů fotovoltaických systémů pro obytné subjekty: fotovoltaická elektrárna s akumulací i bez akumulace, a následné zhodnocení, které se ukáže jako výhodnější typ investice.

V praktické části práce budou zpracovány projekty montáží fotovoltaických stanic různých typů pro několik subjektů v navrhované formě investice v České republice a také podrobná analýza investičního procesu včetně ekonomické analýzy investice.

Konečnou etapou této práce bude posouzení efektivnosti investic, zdali obchod s fotovoltaikou bude mít rychlý vývoj na českém trhu, nebo po takových systémech nebude tak velká poptávka. Posouzení vychází z aktuálních cenových nabídek získaných od společností Graff Investment s.r.o., kde autor získával praxi v průběhu psaní diplomové práce, a dalších poskytovatelů solární energie na území České republiky.

Přínosem práce je poskytnutí informací zájemcům o problematice fotovoltaiky a zelených energií na trhu v České republice, výstupem je závěr o účelnosti investování do fotovoltaických zdrojů energie.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem této diplomové práce je ekonomická analýza při realizaci investičních záměrů vybraných druhů fotovoltaických systémů při určitých podmínkách ve Středočeském kraji a Hl. m. Praha pro dva typy subjektů pomocí dynamických metod hodnocení ekonomické návratnosti investic a stanovení doporučení pro vhodnost realizace těchto systémů.

V případě prvního subjektu, kterým je rodinný dům, je dílčím cílem analýza dvou typů fotovoltaických systémů pro tento dům: elektrárna s akumulací a bez akumulace energie, a následné zhodnocení, které se ukáže jako výhodnější typ investice. Energie z fotovoltaické elektrárny pro tento subjekt bude využita na spotřebu elektronickými zařízeními a ohřev vody.

Druhým subjektem je bytový dům, v jehož případě bude projekt realizován za účelem zajištění provozu výtahů a osvětlení ve venkovních a společných prostorech. V tomto případě je dílčím cílem analýza ekonomické efektivity investice fotovoltaické elektrárny s akumulací a bez akumulace elektřiny za daných podmínek: čerpání vlastních prostředků a čerpání úvěru. Podmínky jsou stanoveny pro posouzení vlivu na účelnost investice a dobu její návratnosti a zda vůbec hypoteční úvěr má smysl, v případě nedostatku peněžních prostředků, pro okamžité zaplacení.

Tato práce je zaměřena na průzkum a analýzu světových zkušeností v oblasti fotovoltaické energetiky, hodnocení potenciálu solární energie v národním i globálním měřítku. Relevantnost tématu diplomové práce spočívá v prokázání účinnosti fotovoltaické energetiky jako racionálního způsobu řešení energetických, environmentálních a socioekonomických problémů ČR.

2.2 Metodika

Teoretická část práce je zpracována na základě studia odborné a vědecké literatury a informací z relevantních zdrojů na internetu. Tato část práce začíná analýzou historie vývoje solární energie ve světě, aby bylo možné jasně pochopit současný stav energetiky, kterému se věnuje následující kapitola. Za účelem podrobného porozumění solární energii, představeny jsou vlastnosti fotovoltaických zařízení a princip jejich fungování pomocí popisů charakteristik jednotlivých komponentů a celého systému ve formě textu a schémat z použité literatury a internetových zdrojů. Rovněž se zaměří na základní typy solárních panelů, které hrají klíčovou roli při výběru komponent.

Dále je vzat v úvahu vývoj solární energie s využitím fotovoltaické technologie ve světě, kde byly tyto informace shromažďovány prostřednictvím mezinárodních zdrojů, jako IRENA (The International Renewable Energy Agency) a IEA PVPS (International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Programme), a představeny jsou ve formě tabulek a grafů zpracovaných pomocí aplikace Microsoft Office.

Po studiu předchozích bodů jsou vymezeny výhody a nevýhody instalací těchto systémů pomocí sekundární analýzy a následně je uveden postup jejich ekologické likvidace. Poté jsou popsány ukazatele statických a dynamických metod hodnocení investic, které jsou využité v praktické části práce pro posouzení ekonomické efektivity investic do vybraných projektů. Před závěrem teoretické části je ukázán současný stav trhu fotovoltaických systémů v České republice pomocí grafů vývoje výroby elektřiny za posledních 10 let a vývoje cen prostřednictvím třech vybraných tarifů od přední energetické společnosti PRE a.s.. Veškerá data pro tvorbu této kapitoly jsou převzata z odborných dat ERÚ a statistická analýza dat je prováděna za pomoci systému TIBCO Statistica 13. V závěru této části práce je představen dotační program na základě údajů poskytnutých na webové stránce NZÚ (Nová zelená úsporám).

Na začátku praktické části je podrobně představena firma Graff Investment s.r.o. a její sortiment. Na základě údajů této společnosti jsou následně provedeny všechny výpočty a závěry o ekonomické efektivity navrhovaného investičního plánu. V této části práce jsou nadhodnoceny náklady a podhodnoceny výnosy z důvodu opatrnosti. Také nejsou

uvažovány změny cen komponentů a elektřiny pro následující 30 let během využívání elektrárny.

Podstata praktické části práce je rozdělena do dvou investičních projektů, protože se zkoumané projekty představují dva nejčastěji vyskytující druhy subjektů v případě zájmu o instalaci fotovoltaické elektrárny a mají odlišnou strukturu spotřeby elektřiny. První projekt je prezentován jako investice pro malý subjekt – rodinný dům ve Středočeském kraji. Po analýze spotřeby elektřiny potenciálního odběratele je navržen projekt instalace fotovoltaické elektrárny, kde je popsána jeho charakteristika, možnosti distribuce energie, položkový rozpočet a popis doby životnosti této elektrárny a záruky poskytované společností Graff Investment s.r.o. Na konci této části je provedeno zhodnocení efektivity investice na příkladu dvou elektráren: s využitím baterií a bez baterie, pomocí dynamických metod, jakými jsou čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento, index ziskovosti a diskontovaná doba návratnosti.

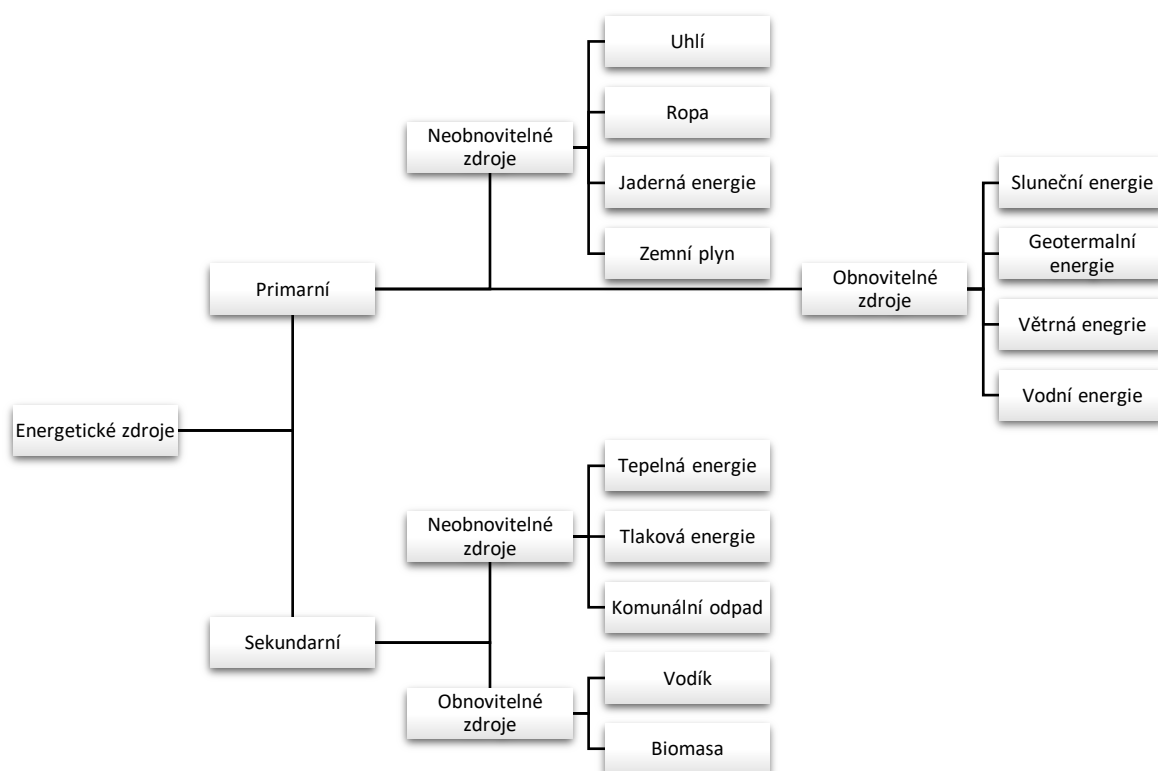
V další části je navržen investiční plán pro bytový dům, který se nachází v Praze. V této kapitole, jako v první praktické části práce je provedena analýza spotřeby elektřiny odběratele, jejímž cílem je snížení nákladů na elektřinu pro výtahy a osvětlení ve venkovních a společných prostorách. Dále jsou popsány možné konfigurace fotovoltaických elektráren s akumulací a bez akumulace, aby následně pomocí metod hodnocení investic bylo možné zjistit účelnost takových systémů a provést analýzu výsledků finančních ukazatelů. Také je probrána možnost prodeje vyprodukované elektrické energie za cenu stanovenou komoditní burzou v případě mále vnitřní spotřeby a možnost pořízení obou druhů solárních systémů na úvěr pro posouzení ekonomické účelnosti. Hodnocení je provedeno stejně jako u předchozího subjektu, pomocí dynamických metod hodnocení ekonomické efektivity investic.

3 Teoretická část

3.1 Fotovoltaika a solární energetické technologie.

Jak je známo, k neustálému zajištění pohodlného života potřebuje každá osoba na světě neustálý tok energie v různých formách. Ve světě dnes existuje mnoho možností pro využití energie, ale jedním z nejdůležitějších typů, které se používá v každodenním životě, v průmyslu nebo v domácnosti, je elektrický proud a teplo. To jsou takzvané obnovitelné zdroje.

Schéma - 1 - Typologie zdrojů energie



Zdroj: Janalík, R, 2012.

Alternativní zdroje mají ve srovnání s fosilními zdroji mnoho vyhlídek na vývoj, zejména pokud jde o snižování uvolňování toxických látek, které se při používání energie objevují jako vedlejší účinek (KIPP & ZONEN B.V, 2020).

Ekologicky nejsilnějším zdrojem čisté energie je Slunce, sluneční tok dosahující na zemský povrch se v poledne typicky pohybuje mezi 700 až 1300 W / m², v závislosti na zeměpisné šířce, délce, nadmořské výšce a ročním období (KIPP & ZONEN B.V, 2020). Sluneční záření je tedy široce dostupným a prakticky nevyčerpatelným zdrojem energie. Teoreticky je sluneční energie pro životní prostředí zcela bezpečné (pokud nebude zohledněna existence toxických látek ve fotobuňkách).

Za nejefektivnější způsob výroby elektřiny ze solární energie se považuje přímá přeměna záření na elektrickou energii pomocí solárních panelů. Solární baterie je elektrická instalace, která generuje stejnosměrný proud a skládá se převážně ze solárních modulů, které mají schopnost se orientovat podle slunce a obsahují společnou nosnou konstrukci. Výroba fotovoltaických článků v moderním světě je již vyspělým a složitým průmyslovým odvětvím s obratem několik miliard dolarů. I když existuje řada nevýhod, výhody procesu získávání solární elektřiny jsou mnohem větší a jsou kvalitnější a kvantitativní povahy, což ocenili světoví výrobci moderních technologií a optoelektroniky (POULEK-LIBRA, 2010).

3.1.1 Historie vývoje solární energie ve světě

Použití sluneční energie jako zdroje se objevilo už dávno. Například Řekové v době před naším letopočtem konstruovali své domovy tak, aby přímo využívali sluneční energii. Také řecký vědec Archimedes v roce 212 př. n. l. použil reflexní vlastnosti bronzových štítů k zaostření slunečního světla a zapálení dřevěných lodí římské říše (QUASCHNING, 2010).

Mnoho vědců se zabývá přeměnou energie již stovky let a snaží se získat energii ve formě, která je vhodná pro použití, tj. převést jeden druh energie na jiný.

První krok v dlouhé historii sluneční energie byl učiněn v roce 1839, kdy francouzský fyzik Alexandre Edmond Becquerel objevil fotoelektrický jev. Dalším milníkem na cestě k

solárním panelům byl objev fotovodivosti selenu. Učinil jej Willoughby Smith, inženýr britské telegrafní společnosti, která se zabývala pokládáním kabelů pod vodou. V roce 1873 pan Smith začal při vývoji zařízení pro testování vodičů během pokládky hledat materiál, který by měl vysoký elektrický odpor, ale zároveň by nebyl izolátorem. Při měření odporu selenových tyčí Smith poznamenal, že výsledky čas od času silně „skočí“. Ukázalo se, že elektrická vodivost selenových tyčí se prudce zvyšuje, když na ně dopadá světlo.

V roce 1883 Charles Fritts navrhl první sluneční energii využívající modul na bázi selenu potaženého tenkou vrstvou zlata. Vědec dospěl k závěru, že tato kombinace prvků umožňuje maximální konverzi sluneční energie na elektřinu pouze kolem 1%. Rok 1883 se považuje za začátek éry sluneční energie. Existují však vědci, kteří s touto verzí nesouhlasí (QUASCHNING, 2010).

V roce 1889 A. G. Stoletov objevil a začal zkoumat fotoelektrický jev. Tento jev spočívá ve skutečnosti, že elektrony kvůli působení světla odlétají z atomů kovů. Ukázalo se, že je možné vysvětlit tento jev pouze přijetím tvrzení, že světlo je proud částic – fotonů. Na základě tohoto tvrzení je vhodné zvážit jev emise a absorpce světla. Vytvořil také první vakuovou fotobuňku, která se však nenabíjí, ale vybije baterii. (MENKOVSKYI A SHWARCMAN, 1981).

Vědecký svět si myslí, že „otcem“ éry sluneční energie není nikdo jiný než Albert Einstein. Díky práci Josepha Thomsona v roce 1899 a Philipa Leonarda v roce 1900 bylo prokázáno, že světlo dopadající na kovový povrch z něj vyrazí elektrony a způsobí vznik fotoproudu. Povaha tohoto jevu však byla plně pochopena až v roce 1905, kdy Albert Einstein podal vysvětlení z hlediska kvantové teorie. V roce 1921 byla Einsteinovi udělena Nobelova cena za vysvětlení zákonů vnějšího fotoelektrického jevu (QUASCHNING, 2010).

V roce 1954 byl postaven první křemíkový fotovoltaický článek inženýrem Darylem Chapinem, který pracoval v Bell Laboratories. Žádný z vynálezců neuvažoval o ukončení použití ropy nebo ochraně životního prostředí: Chapin se pokusil vytvořit napájecí zdroje pro telefony instalované ve vzdálených oblastech, Pearson a Fuller studovali vlastnosti polovodičů.

V roce 1958 byly malé (méně než 1 W) fotovoltaické panely použity na rádiovém vysílači amerického vesmírného satelitu Vanguard. Později při vývoji fotobuněk hrál důležitou roli vesmírný výzkum. Dnes je na světě asi 700 společností zabývajících se solárními panely pro průmyslový a rezidenční sektor.

3.1.2 Současný stav energetiky.

Jak popisuje moderní věda, k uvolňování energie obsažené v hmotě může dojít třemi způsoby:

1. V případě změn v elektronických vazbách atomů, ke kterým dochází v průběhu chemických reakcí. Ukazuje se, že přijímaná energie by se měla nazývat chemická, ale kvůli tomu, že její uvolňování je spojeno s existencí a produkcí atomů (jádra s elektronovými skořápkami), nazývá se atomovou energií.
2. V případě destrukce mezi nukleony těžkých jader a jejich změn. Také při reakcích štěpení jader, což se nazývá jadernou energií, nebo při kombinaci nukleonů lehkých jader při reakcích jaderné fúze – termonukleární energie.
3. V případě úplné přeměny hmoty na energetickém poli v důsledku reakcí zničení obyčejných a protilehlých látek. Tuto energii lze tedy nazvat „zničení“.

První dvě metody jsou známé jako současný základ získávání energie, ale poslední byla objevena relativně nedávno a je v první fázi výzkumu. Zásoby různých zdrojů energie na Zemi jsou uvedeny v **tabulce č.1**.

Tabulka č. 1 - Zásoby různých zdrojů energie na Zemi.

Typ energie	Rezervy, MWh
Neobnovitelné zdroje energie:	
Jaderná energie (štěpení)	$547 \cdot 10^{12}$
Chemická energie hořlavých látek	$55 \cdot 10^{12}$
Vnitřní teplo Země	$0,134 \cdot 10^{12}$
Ročně obnovitelné zdroje energie:	
Energie slunečních paprsků	$580 \cdot 10^{12}$
Energie mořských přílivů a odlivů	$70 \cdot 10^{12}$
Větrná energie	$1,7 \cdot 10^{12}$
Energie řek	$0,18 \cdot 10^{12}$

Zdroj: Alekseev, G., 2007

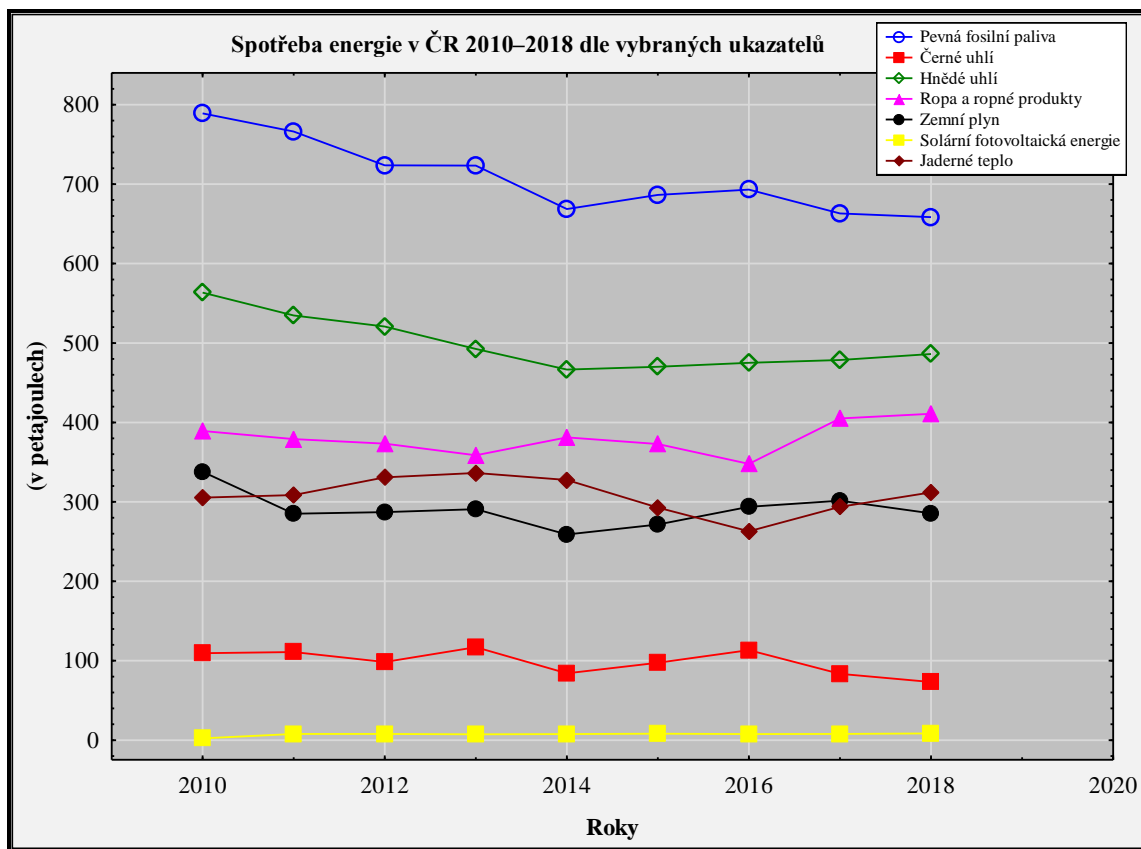
Pokud bude věnována pozornost výpočtům, na které ve své knize poukazuje ruský energetik Georgij Nikolajevič Alekseev, vidíme, že s naší úrovní spotřeby vydrží fosilní zdroje energie přibližně 150 let, zatímco alternativní energie se obnovuje každý rok a rovná se stejným zásobám neobnovitelných zdrojů energie (ALEKSEEV, 2007).

Tento fakt jenom vynucuje se ještě více zamyslet o přechodu na sluneční energii, protože to vypadá atraktivně jak z ekonomického hlediska, tak z hlediska zásad bezpečnosti a nezávislosti. Pokud lidstvo dokáže získat energii vody z pobřeží velkých vodních kanálů, nádrží a oceánů, pak by to pro celou Zemi prostě nestačilo. Pokud jde o větrnou energii, je možné umístit větrné mlýny po celé Zemi, ale tyto zařízení budou zabírat obrovský prostor a budou také záviset na klimatických podmínkách. Výhodou solární energie je také to, že je univerzální – lze ji použít jak k vytápění, tak k vyzařování tepelné energie a přeměnit ji na mechanický nebo elektrický princip.

Nejpopulárnějšími zdroji energie jsou fosilní suroviny ve formě ropy, plynu nebo uhlí. Díky posledním datům Ministerstva průmyslu a obchodu ČR a ČSÚ bylo zjištěno, že v průběhu roku 2019 Česká republika spotřebovala 5 114,2 tis. tun černého uhlí, 34 985 tis. tun hnědého uhlí, 9 188 tis. tun ropných produktů a 5 368,64 mil. m³ plynu (ČSÚ, 2019).

Podrobnější ilustrace je uvedena v **grafu č. 1**. Tyto zdroje energie se formovaly v nitru Země v průběhu milionů let a nyní se používají v množství několika milionů jednotek ročně, což není příliš dobrá dynamika, protože minerály, suroviny a jiné materiály mají tendenci mizet, a v tomto případě vytvořit nové minerální a palivové prostředky bude trvat desítky až stovky let. V jejich prospěch však lze připsat schopnost získat opravdu velké množství energie za relativně krátkou dobu. Je obrovskou katastrofou, že výroba a používání těchto paliv je obvykle spojena s velkým množstvím oxidu uhličitého v atmosféře. Kromě toho se jejich počet výrazně snižuje, což znamená, že ceny tepla a elektřiny pro obyvatelstvo pouze rostou v průběhu času. V tomto případě se objevuje otázka vývoje a využití obnovitelných zdrojů energie v každodenním životě.

Graf č. 1 - Spotřeba energie v ČR 2010–2018 dle vybraných ukazatelů.



Zdroj: zpracováno dle ČSÚ, 2020

Jak je vidět na horním grafu, největší spotřeba energie v České republice je spotřeba pevných fosilních paliv, avšak jejich spotřeba za posledních 8 let klesá. Pro toto srovnávání byly všechny tradiční zdroje energie porovnány s analyzovaným zdrojem – solární

fotovoltaickou energií. Její hrubá výroba elektřiny byla v roce 2018 zaevidovaná 2 358,88 GWh, ale pro srovnání je nutné se podívat na jaderné teplo, která produkuje v 12krat větší výrobu - 29 921,31 GWh.

Aby bylo možné přesně potvrdit potenciál zvolené energie, je třeba říci, že průmysl a jeho produkty, stejně jako výzkum a vývoj působící v oblasti solární energie mají vedoucí pozice ve vyspělých zemích jako je Čína, Japonsko, Jižní Korea, USA, Německo, Velká Británie. Přechod na sluneční energii také úzce souvisí se dvěma katastrofickými událostmi: výbuchem energetické jednotky 4 černobylské jaderné elektrárny na severní Ukrajině v roce 1986 a havárií jaderné elektrárny Fukushima-1 v roce 2011, při které došlo k úniku roztaveného jaderného paliva z reaktorů energetických bloků č. 1-3. Po těchto událostech začaly všechny země světa postupně hledat alternativy a začaly snižovat svou výrobu jaderné energie.

3.1.3 Charakteristika a princip fungování fotovoltaických systémů.

K takzvanému fotovoltaickému jevu dochází v polovodičových strukturách nehomogenní povahy (fotobuňkách), při přeměně přijaté energie ze slunečního na elektrický proud. Samotný proces je poměrně komplikovaný, protože účinnost konverze bude vždy záviset na charakteristikách uvedené nehomogenní struktury a fotovodivosti fotobuněk (HASELHUHN, 2011).

Pokud jde o návrh fotovoltaické elektrárny, a to i v případě mikro-velikostí, tak struktura a složení budou zůstat nezměněny. (STANĚK, 2012)

Patří sem:

1. Solární panely – jsou potřebné pro nejdůležitější funkci – přeměnu sluneční energie na elektřinu. Je potřeba také vzít v úvahu, že na základě představy o počtu fotovoltaických článků může člověk změnit samotnou konstrukci, a tím změnit sílu výkonu a napětí baterií.

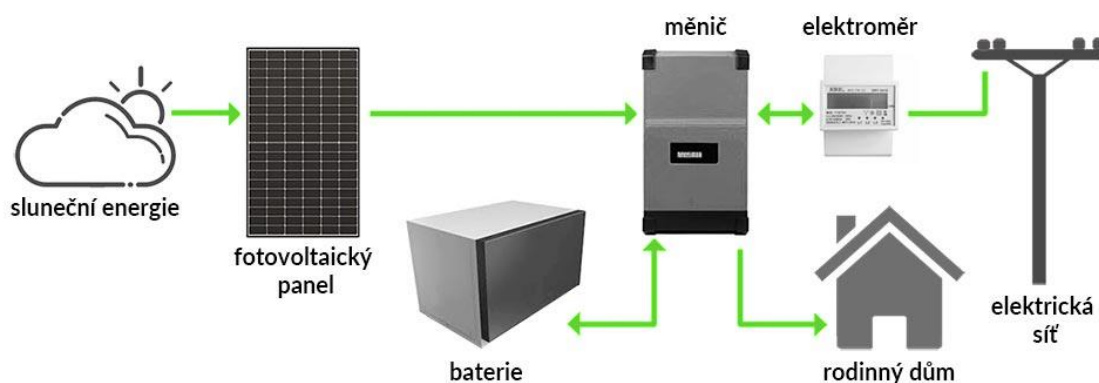
2. Baterie – jak je známo, baterie je prostředkem k akumulaci elektrické energie. Může existovat několik propojených baterií a ty mohou mít různý výkon, ale mají stejný úkol –

vydávat akumulovanou energii ze solárních panelů v noci a za nepříznivého počasí. Je potřeba si také pamatovat to, že kapacita baterií bude určovat dobu provozu domácích spotřebičů a osvětlení při nečinnosti solárních panelů.

3. Střídač – je zařízení, které převádí stejnosměrný proud z fotobuněk na střídavý proud, který pak bude spotřebováván.

4. Různá připojení, regulátory nabíjení, vybití baterie, vodiče, spojovací prvky a další pomocné nástroje. Zjednodušené schéma fungování fotovoltaické elektrárny je znázorněno na obrázku č.1.

Obrázek 1 - Princip fungování fotovoltaické elektrárny.



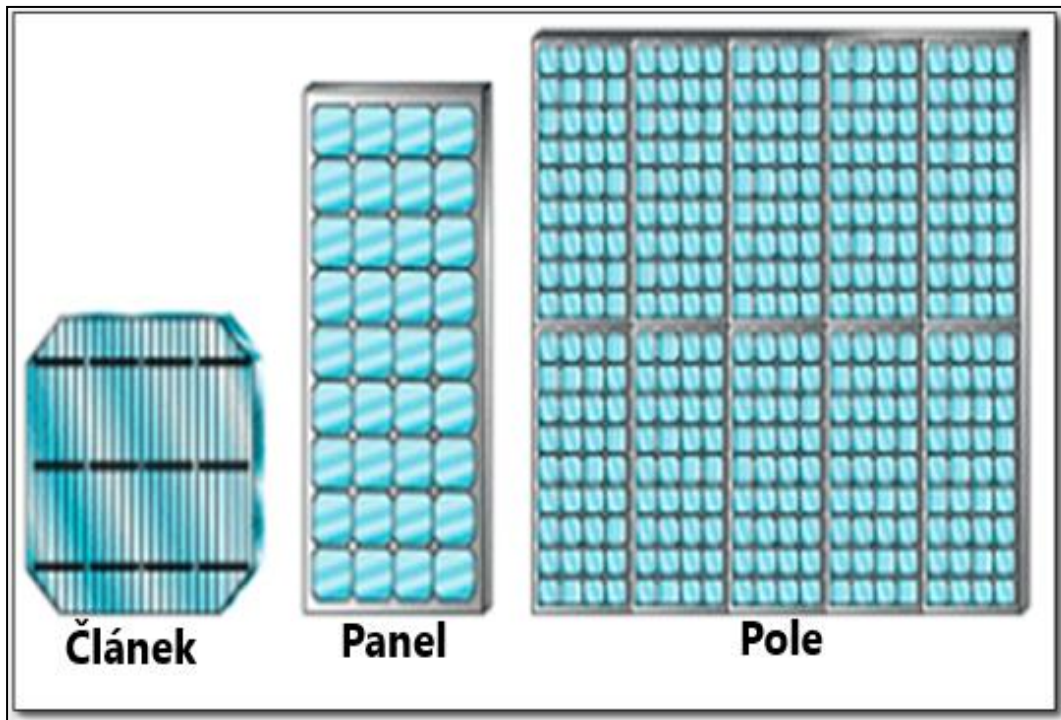
Zdroj: djsarchitecture.cz, 2021.

Proces přeměny energie světla na elektřinu se provádí pomocí solárních článků nebo fotovoltaických převaděčů. Takové fotovoltaické články jsou pak navzájem propojeny v solárních panelech, které jsou následně propojené v solárním poli, jak je znázorněno na **obrázku č.1**. Solárním modulem je řada fotovoltaických článků chráněných z obou stran sklem a těsnicím materiálem.

Spojení prvků lze provádět paralelně a sériově, což dává možnost nastavení výkonu panelu. Také díky takovému spojení se snižuje pravděpodobnost poruchy celého panelu a zastavení akumulace energie, protože panel bude i nadále fungovat, ale s menší účinností. (HASELHUHN, 2011)

Existuje několik typů polovodičů, ze kterých mohou být tyto prvky vyrobeny, například křemík (Si), telurid kademnatý (CdTe), arsenid gallitý (GaAs). Ve většině případů však při výběru materiálu pro výrobu měničů zvítězí křemík. Tento prvek je v zemské kůře velmi hojný a je pro tyto účely zejména vhodný.

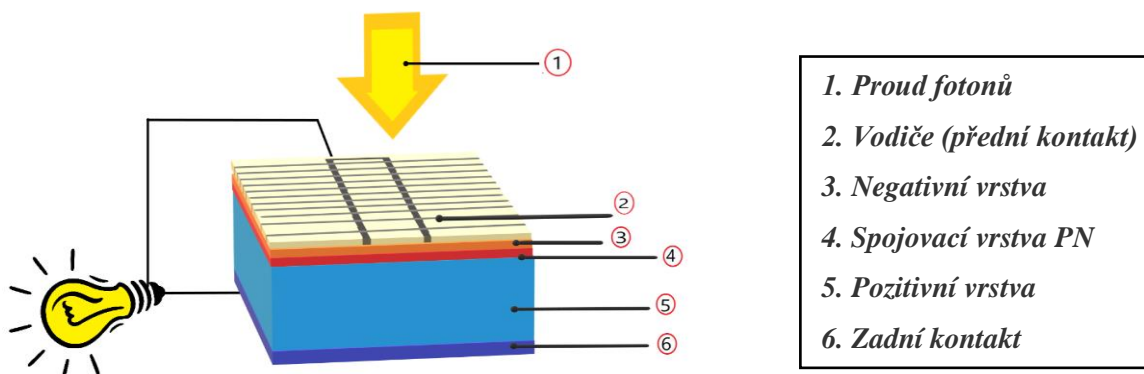
Obrázek 2 – Prvky fotovoltaického systému.



Zdroj: Graff Investment, 2021

Fotovoltaické převaděče fungují následujícím způsobem: fotony světla, dopadající na křemíkovou desku, vyrážejí z ní elektrony. Ve výsledku se objeví pár elektron-elektronová díra. Elektrický signál odebíraný ze snímače odpovídá počtu narozených párů. Toto se nazývá fotoelektrický jev.

Obrázek 3 - Struktura fotovoltaického článku.



Zdroj: Graff Investment, 2021

První taková deska vypadala takto: čistý monokrystalický křemík je pokryt vrstvou „kontaminovaného křemíku“ (například s příměsí fosforu), zadní strana desky je kontaktem s pevným kovem, horní část desky je horním kontaktem (vodič). Na rozhraní mezi dvěma vrstvami křemíku se vytvoří PN přechod, tj. 2 typy elektrického náboje: v monokrystalickém křemíku – kladný elektrický náboj (P-vrstva) a v horní vrstvě křemíku – záporný elektrický náboj (N-vrstva). Když sluneční záření dopadá na panel, N-vrstva dostane další záporný elektrický náboj a P-vrstva dostane kladný, v důsledku čehož se ve vnějším obvodu objeví napětí, které jde přímo do elektrického spotřebiče, který jej okamžitě spotřebuje (například žárovka) nebo na zařízení, které ho akumuluje (např. akumulátor). Prostřednictvím takového fungování článku vzniká ekologicky čistá energie, která nevyžaduje žádné další suroviny (POULEK-LIBRA, 2008).

Dnes na trhu existuje možnost najít solární panely, při jejichž konstrukci článků jsou používány různé materiály. Moderní solární články se dělí na krystalické křemíkové články a tenkovrstvé články. První typ je mezi spotřebiteli oblíbenější a žádanější. Když mluvíme o typech, je třeba ještě říct, že dnes existují polykrystalické a monokrystalické solární články.

První komerční monokrystalické moduly jsou nejpokročilejšími moduly na současném trhu. Jak název napovídá, solární články jsou vyrobeny z jediného krystalu čistého křemíku. Výrobci používají k formování prutů metodu Czochralského, aby postupně pěstováním získali křemíkový krystal z taveniny (ŠAVEL, 2005). Malý krystal čistého křemíku se

používá jako „semeno“. V průběhu růstu krystalu kolem „semene“, jeho teplota postupně klesá, čímž se vytváří čistý křemíkový krystal válcového tvaru (HASELHUHN, 2010).

Polykrystaly se získávají postupným ochlazováním roztaveného křemíku. Tato technologie je levnější než umělý růst monokrystalů, i když na okrajích polykrystalů může být přítomna zrnitost, což vede ke snížení jejich účinnosti. Zásadním rozdílem od monokrystalu je heterogenní struktura a barva. To je způsobeno nečistotami a skutečností, že polykrystalický systém obsahuje krystaly různých typů. (HASELHUHN, 2010).

Hlavní výhodou technologie tenkovrstvých článků jsou nízké náklady, a proto má všechny šance stát se lídrem v příštích letech. Moduly na nové základně umožní učinit solární panely pružnými v doslovném smyslu slova. Jsou lehké a elastické, což taky umožní umístit tyto baterie na prakticky jakýkoli povrch, včetně povrchu oděvu. Flexibilní solární články jsou založeny na polymerních fóliích, amorfním křemíku, hliníku, teluridu kadmnatém a dalších polovodičích, které se již používají při výrobě přenosných nabíječek pro mobilní telefony, notebooky, tablety, videokamery a další přístroje ve formě malých solárních panelů. (HASELHUHN, 2010).

Obrázek 4 - Typy solárních panelů.



Zdroj: Solarmarket.com.au, 2020

Ještě je potřeba zmínit novou technologii na trhu solárních panelů, která byla vyvinuta v EU a teď získává popularitu – solární panely s dvojitým sklem "sklo-sklo". Výhoda skla

jako ochranného povlaku je charakterizována jeho pevností a trvanlivostí. Sklo téměř nestárne a má skoro neomezené možnosti použití. Poskytuje nejlepší ochranu solárním fotovoltaickým článkům a zajišťuje, že solární článek bude fungovat stabilně a efektivně i po desetiletích používání. Konstrukce skleněné solární baterie je „sendvič“, ve kterém jsou články fotobuněk umístěny mezi dvěma skleněnými deskami a fóliemi EVA. Konstrukce takové solární baterie často nemá ani obvyklý hliníkový rám. Dvojitý skleněný solární panel má lepší odvod tepla. Sklo na zadní straně odvádí teplo efektivněji než plastová zadní deska ve standardních solárních panelech. V důsledku toho mají takové solární moduly nižší provozní teplotu, což přispívá k vyššímu výkonu solárního systému.

3.1.4 Zpracování solární energie pomocí fotovoltaických elektráren ve světě.

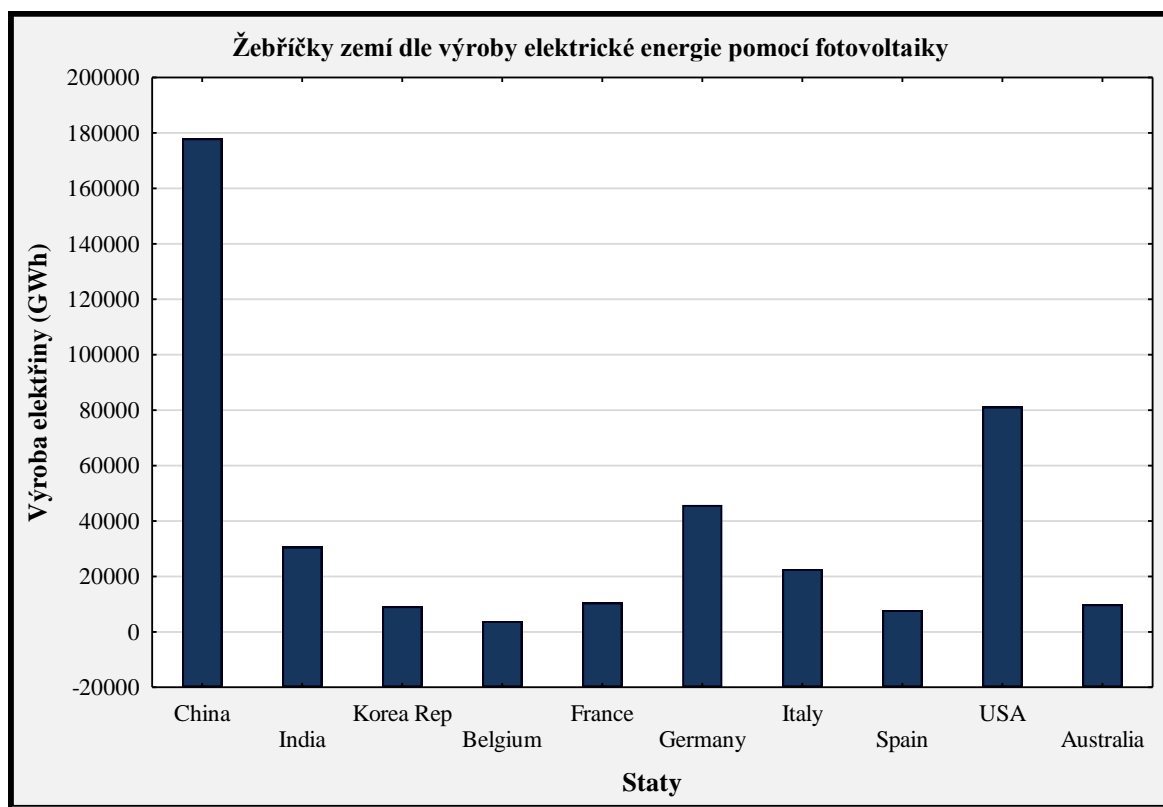
Rozvinuté země odmítají uhlí nejen z environmentálních, ale primárně z ekonomických důvodů. V roce 2019 se tak objem elektřiny vyrobené v uhelném průmyslu snížil o 3 %, což překonalo rekord za posledních 30 let. Lze také poznamenat, že výstavba a rozvoj uhelných tepelných elektráren se ve světě snížila o 84 % a místo toho se do popředí dostala větrná, vodní a solární energie.

Pokud jde o poptávku po solární fotovoltaice, na začátku její vývoje se vyráběla v mnoha zemích. V současné fázi přispívají rozvinuté trhy předních zemí na všech kontinentech k rozvoji a růstu světové ekonomiky, a proto koncentrují na jejich území poměrně velký počet solárních elektráren a také pomáhají instalovat fotovoltaické elektrárny v rozvojových zemích prostřednictvím investic. Je důležité si uvědomit, že expanze trhu do značné míry závisí na mezinárodních a národních rozvojových programech, poptávce po výrobě solární energie a úrovni udržitelnosti solárních fotovoltaických panelů. Podle Evropské asociace solární energie SolarPower Europe je dnes podíl solární energie na celosvětové výrobě elektřiny asi 2,6 % (SolarPower, 2020).

Mezi světovými lídry vyniká asijský trh, který již třetí rok po sobě představuje přibližně 60 % trhu se solární energií. Jak je možné vidět na obrázku č.4, tři přední pozice zaujímají Čína, Spojené státy a Japonsko. Do první desítky patří také Indie, Německo, Jižní Korea, Austrálie, Francie a Velká Británie (IRENA, 2008).

Podle nejnovějších údajů oznámených IEA PVPS – Lídrem v instalacích solárních fotovoltaických panelů na obyvatele v roce 2020 byly Austrálie (644 W/osoba), Německo (589 W/osoba), Japonsko (500 W/osoba), Belgie (425 W/osoba), Nizozemsko (396 W/osoba) (IEA PVPS, 2020).

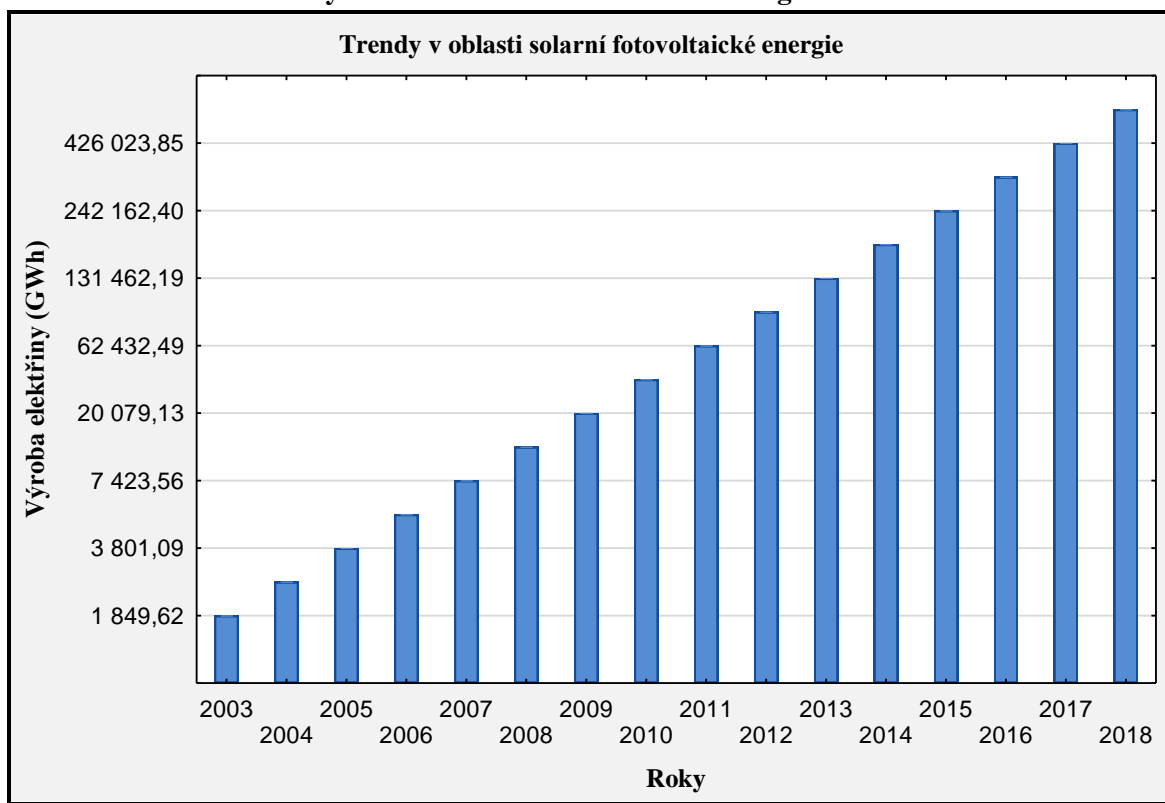
Obrázek 5 - Hlavní výrobce fotovoltaické energie v roce 2018.



Zdroj: zpracováno dle IRENA, 2018.

Za posledních 10 let se fotovoltaika stala nejrychleji rostoucím odvětvím alternativní energie. Roční nárůst instalovaných fotovoltaických kapacit v období od roku 2003 do roku 2018 činil 30–40 %. Například Německo není zemí získávající největší množství slunečního záření, ale má jednu z největších fotovoltaických kapacit. Dnes již fotovoltaika není exotickým zdrojem energie, ale významným segmentem evropského energetického sektoru, který dodává elektřinu 17 milionům lidí.

Graf č. 2 - Trendy v oblasti solární fotovoltaické energie v období 2003-2018.



Zdroj: zpracováno dle IRENA (2018)

Podle březnové studie britského think-tanku Carbon Tracker je v současné době v roce 2020 provoz více než poloviny uhelných tepelných elektráren ve Spojených státech, většině zemí EU a v Číně dražší než výstavba nové kapacity pro obnovitelné zdroje energie, při zvažování ceny uhlíku v zemích se zpoplatněním emisí (Carbon Tracker, 2020).

3.1.5 Výhody a nevýhody montáže fotovoltaických elektráren.

Solární alternativní energie se rychle rozvíjí a cena fotovoltaických systémů postupně klesá kvůli neustálým investicím zahraničních partnerů a vysoké poptávce spotřebitelů. Až donedávna se sluneční energie zdála nedosažitelná a nyní na tento druh energie přechází stále více spotřebitelů. To chápou zejména majitelé venkovských domů nebo nových budov, kde není možné pokládat síť, protože celý proces bude vyžadovat spoustu času a peněz. Také je často aplikovaná v turistických táborech, loveckých a rybářských domech, pro soukromé domy jako další zdroj elektřiny apod.

Za účelem posouzení výhod fotovoltaických elektráren byla provedena srovnávací analýza uvedená v **tabulce 2**.

Tabulka č. 2 - Výhody a nevýhody fotovoltaických elektráren.

Výhody	Nevýhody
- Energetická nezávislost a soběstačnost.	- Při výrobě fotovoltaických článků se nejčastěji používají toxické látky.
- Možnost čerpání dotací.	- Potřeba záložního zdroje elektriny.
- Solární panely se neopotřebovávají, protože neobsahují pohyblivé části a velmi zřídka dochází k selhání.	- Navzdory mnoha výhodám se však solární panely častěji používají jako pomocný zdroj energie.
- Dlouhá životnost bez zhoršení provozních charakteristik - 25 let a více, jak garantují výrobce fotovoltaických článků.	- Pravidelná údržba. Navzdory automatizaci stanice vyžaduje její vybavení péči. Aby se zajistilo, že účinnost solárních panelů neklesne, je nutné je očistit od prachu a nečistot a v zimě z nich odhazovat sníh.
- Solární panely nevyžadují palivo, což vám zase umožní, abyste nebyli závislí na jeho cenách nebo na jeho přepravě.	- Solární panely jsou neúčinné za oblačného a mlhavého počasí, kvůli nízké intenzitě slunečního záření.
- Energie vyrobená solárními panely je ve skutečnosti zdarma (jedno „ale“ - to vše až poté, co solární elektrárna již měla počáteční investici a vyplatila se).	- V průměru 1 m ² plochy solárního panelu produkuje ne více než 120 wattů užitečné energie. Tato energie nestačí ani pro počítač. Průměrná účinnost používaná k napájení domů ze solárních panelů je 14 %, což je méně než účinnost tradičních zdrojů energie.
- Nejušlechtlejší výhodou solární energie je ochrana přírody a postupné opouštění palivové energie. ČR závisí na dovozu paliva pro tradiční elektrárny ze zahraničí. Zvyšování kapacity solárních elektráren snižuje v zemi potřebu drahého plynu a uhlí, a tím posiluje energetickou nezávislost a podporuje blahobyt veřejnosti.	- Vysoká cena. To je mínus, ale relativní. Navzdory skutečnosti, že instalace solární elektrárny je poměrně nákladným opatřením, taková investice se vyplatí. Zaprvé se jedná o jednorázovou investici, která se od okamžiku uvedení do provozu okamžitě začíná vyplácet. Zadruhé, díky vývoji vědy a techniky se solární elektrárny každý rok stávají dostupnějšími.

Zdroj: Haselhuhn, 2011

3.1.6 Ekologické likvidace fotovoltaických systémů.

Pokud jde o nové produkty nebo technologie, hlavní otázky, které lidi zajímají, jsou cena produktu, jeho instalace a údržba, bezpečnost používání a jeho výhody ve srovnání s jinými produkty na trhu. Lidé, kteří se nestarají o vývoj tohoto produktu, v poslední řadě přemýšlejí nad otázkou jeho likvidace a dopadem na životní prostředí. Lidé ve většině případů nepřemýšlejí při koupi o recyklaci, zvláště pokud bude produkt používán déle než 10 let, protože 10 let pro člověka je poměrně dlouhé období, během něhož se může hodně věcí změnit a může se to řešit později. V případě solárních panelů jde o 20–30letou průměrnou dobu použití. Samozřejmě v průběhu času bude výkonost těchto systémů klesat a pak nastane konec životního cyklu. A tady vyplývá otázka, co dělat dál?

Využití solární energie k přeměně na elektřinu je poměrně mladou technologií, a proto otázka hromadného zpracování ještě není tak akutní, nicméně čas ubíhá a stále se zvyšuje počet solárních panelů. Při analýze počtu panelů, které se nyní recyklují, lze pozorovat situaci, že v drtivé většině se jedná o vadné panely, které by ještě nějakou dobu mohly fungovat, ale kvůli nefunkčnosti z různých důvodů je nelze použít.

Mezinárodní agentura pro obnovitelnou energii (IRENA) v roce 2016 publikovala zprávu o plánu zpracování fotovoltaických systémů, kde poskytla prognózu vývoje odvětví do roku 2050.

Tabulka č. 3 – Prognóza recyklace fotovoltaických panelů v roce 2030-2050.

Potencionální hodnoty z recyklace fotovoltaických panelů		
	Rok 2030	Rok 2050
Počet panelů vyrobených z recyklovaných materiálů	60 mil. panelů	2 mld. panelů
Celková fotovoltaická výkonost	1,600 GW	4,500 GW
Celkový odpad z fotovoltaických panelů	1,7-8 mil tun	60-78 mil tun
Úspory z recyklace	450 mil USD	15 mld USD

Zdroj: IRENA, 2016.

Z této tabulky je vidět, že do roku 2050 se významně zvýší počet fotovoltaických panelů, které bude třeba recyklovat. Vzhledem k tomu, že obsahují prvky, jako je olovo a kadmium, bude nutné panely řádně recyklovat.

V křemíkových krystalických solárních panelech je procentuální podíl skla na celkové struktuře přibližně 76 %, plast - 10 %, hliník - 8 %, křemíkové vodiče - 5 %, měď je 1 %, kovy jako galium, stříbro, arsen a cín jsou méně než desetina procenta.

Na příkladu tenkovrstvých panelů, kde je mnohem více skla – průměrně 89 %, plastu - 4 %, hliníku - 6 %, ale také obsahuje velké množství toxických sloučenin, jako je telurid kademnatý, selen, indium a měď (GREENMATCH, 2020).

Typ recyklace závisí také na typu panelů. U křemíkových panelů je první fází rozebírání celé konstrukce na skleněné, hliníkové a kovové části. Recyklace skla je v současné době na poměrně dobré úrovni, a díky tomu po recyklaci lze znovu použít více než 95% skla. Kovové části rámu lze také použít několikrát po recyklaci. Dále jsou zbývající součásti panelu vystaveny vysokému tepelnému zpracování při 500 °C, proto se tento typ recyklace nazývá termická recyklace. Veškerý plast je tady odpařen. Křemíkové destičky jsou přetaveny, kde budou z 85 % tohoto materiálu vyrobeny nové destičky.

Pro zpracování tenkovrstvých panelů se používá mechanicko-chemická metoda recyklace, kdy jsou na rozdíl od tepelné metody všechny prvky solárních panelů recyklovány v jednom cyklu. Všechny prvky panelů jsou nejprve mechanicky rozdrčeny a poté roztrženy pomocí speciálních strojů, aby se zničily všechny chemické vazby. Dále se vyluhují malé částice o velikosti přibližně 5 milimetrů, kde se v důsledku chemických procesů oddělí od kapaliny sklo a plast, které se poté filtrují, aby se z nich byly získány všechny polovodičové materiály. Při této recyklaci lze sklo znovu použít s velkou výtěžností recyklace, což je 90-95 %, výtěžnost polovodičového materiálu je 90 % a může být znovu použit i hliník, který je 100 % výtěžný.

V Evropě je recyklace fotovoltaických panelů poměrně dobře rozvinutá. Jedním z důvodů je vytvoření asociace PV Cycle. Asociace byla vytvořena za účelem regulace vztahů mezi společnostmi vyrábějícími takové panely a společnostmi, které je budou recyklovat.

Vzhledem k Zákonu o odpadech, který zavazuje majitelů solárních panelů k recyklaci po použití, vznikla řada komerčních společností pro recyklaci solárních panelů. Největší taková společnost v České republice je ASEKOL SOLAR (firma likvidátor společností ČEZ, která je leaderem v oblasti utilizace fotovoltaických panelů) (TRÍDĚNÍODPADU.CZ, 2020). Přední světové společnosti zabývající se recyklací solárních panelů jsou uvedené v **tabulce č. 4.**

Tabulka č. 4 - Žebříčky společnosti v odvětví recyklace solárních panelů.

Pořadí	Společnost	Země
1.	First Solar, Inc.	USA
2.	Echo Environmental, LLC	USA
3.	Silcontel Ltd.	USA
4.	Canadian Solar	Izrael
5.	Silrec Corp.	USA
6.	SunPower Corp.	USA
7.	Reiling GmbH & Co. KG	Německo
8.	Trina Solar	Indie
9.	Aurubis	Čína
10.	Envaris	Německo
11.	SiC Processing GmbH	Německo
12.	Yingli Energy Co. Ltd.	Čína
13.	Hanwha Group	Jižní Korea

Zdroj: ENF Solar, 2021

3.2 Metody hodnocení ekonomické efektivity investic.

Důležitou formou rozvoje finanční složky jakékoli společnosti a organizace nebo osoby je zvýšení jejího kapitálu a příjmů, což zase tlačí k vytvoření investičních projektů. Za účelem stanovení priorit, cílů, záměrů a promyšlením prostřednictvím rozhodnutí se každý investor musí uchýlit k vypracování cíle definujícího investice, kterého se firma snaží dosáhnout, obchodní strategie ve spojení s načasováním cíle.

Řízení investičních projektů zahrnuje strážlivé posouzení každého navrhovaného projektu (jeho efektivitu, atraktivitu, zisk z realizace), stanovení výše financování a samozřejmě přijatelnost rizik. Ve fázi schvalování investičního projektu je rovněž nutné

posoudit finanční výsledek a určit metodiku jeho promítnutí do účetní závěrky (VALACH, J., 2006).

Koncept ekonomické efektivity zahrnuje všechny důsledky realizace projektu ve všech sférách veřejného života. Proto je poměrně obtížné posoudit účinnost, protože je třeba zvážit mnoho aspektů, z nichž ne všechny jsou kvantitativní. Jasná definice úkolů a funkcí, které musí investiční projekt splňovat, snižuje míru rizika, učí nás rozumněji využívat dostupné prostředky a získávat z nich maximální možný přínos.

Metody pro posouzení efektivity investic v této práci budou zváženy s výpočtem časového faktoru. Vybrané metody pro praktické investiční projekty – dynamické a statické. Podrobná analýza určí, které jsou pro vybrané projekty nejlepší.

3.2.1 Dynamické metody

Dynamické metody jsou založeny na diskontování peněžních toků, tj. na postupu převedení indikátorů rozmístěných v čase do jednoho okamžiku (obvykle do počátečního roku). V případě dynamických hodnot tedy porovnáváme indikátory, které jsou v podstatě bližší a redukované do jediného časového rámce.

K hodnocení efektivnosti investic můžeme použít tyto dynamické metody (SYNEK, M., 2011):

1) **Index ziskovosti** (Profitability Index) je poměr diskontovaných peněžních toků k počáteční investici. (KISLINGEROVÁ, 2010).

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i}}{IN} = \frac{PV}{IN}$$

Zdroj: Kislingerová, 2010

<p>IN – počáteční investiční výdaj CF_i – cashflow v roce i n – počet let r – diskontní sazba</p>

2) **Metoda diskontované doby splacení** (Payback Period) - umožňuje určit dobu návratnosti investice. Čím kratší je doba návratnosti, tím nižší jsou rizika pro investora, a proto je projekt atraktivnější. Pokud se ukáže, že doba návratnosti je vyšší než doba investice, pak projekt není ziskový a nemá smysl do něj investovat. (KISLINGEROVÁ, 2010).

$$PP = (n - 1) + \frac{IN - \sum_{i=1}^n \text{diskontované } CF_i}{\text{diskontované } CF_n}$$

Zdroj: Kislingerová, 2010

IN – počáteční investiční výdaj
CF_i – cashflow v roce i
n – rok, ve kterém příjmy z investice převýší vstupní náklady

3) **Metoda čisté současné hodnoty** (Net Present Value Of Investment – NPV) - tento ukazatel je definován jako součet peněžních toků, které jsou sníženy na jeden základní rok, tj. diskontované diskontní sazbou přijatou pro hodnocení projektu, minus investice. (KISLINGEROVÁ, 2010).

$$NPV = -IN + \frac{CF_1}{(1+r)} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} = -IN + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i}$$

IN – počáteční investiční výdaj
CF_i – cashflow v roce i
n – počet let životnosti investic
r – diskontní sazba

Zdroj: Kislingerová, 2010

4) **Metoda vnitřního výnosového procenta** (Internal Rate Of Return – IRR) - je míra návratnosti, při které se současná hodnota peněžních toků rovná hodnotě počáteční investice. (SCHOLLEOVÁ, 2017).

$$-IN + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+IRR)^i} = 0$$

Zdroj: Scholleová, 2017

IN – počáteční investiční výdaj
CF_i – cashflow v roce i
IRR – vnitřní výnosové procento

3.2.2 Statické metody

Pro předběžné a rychlé posouzení atraktivity projektů se používají statické metody, které se doporučují používat v raných fázích zkoumání investičních projektů. Nejčastěji používané metody pro výpočet účetní návratnosti investice, jednoduchá doba návratnosti.

Takové metody investičních výpočtů jsou založeny na srovnávacích výpočtech zisku, nákladů nebo ziskovosti a výběru investičního projektu na základě optimální hodnoty jednoho z těchto indikátorů, které v tomto případě fungují jako krátkodobý cíl investora (SCHOLLEOVÁ, 2017). Tato metoda zahrnuje:

- **Průměrné roční CF** – poměr všech cashflow které přímo souvisí s projektem investicí a období životnosti investice v letech (SCHOLLEOVÁ, 2017).

$$\bar{CF} = \frac{CF}{n}$$

Zdroj: Scholleová, 2017

- **Průměrné procento výnosu** – poskytuje informaci, kolik procent investovaného kapitálu se průměrně vrátí každý rok (SCHOLLEOVÁ, 2017)

$$\bar{r} = \frac{\bar{CF}}{IN}$$

Zdroj: Scholleová, 2017

- **Průměrný výnos z účetní hodnoty** – účetní hodnota se téměř nikdy neshoduje s tržně diktovanou hodnotou investice, protože mechanismy pro její stanovení jsou velmi odlišné. Na rozdíl od trhu, kde má faktor hospodářské soutěže velký význam, je účetní hodnota investice tvořena součtem všech nákladů, které společnosti skutečně vznikly při stavbě, pořízení nebo výrobě investičního projektu.

- **Průměrná doba návratnosti** (SCHOLLEOVÁ, 2017)

$$\text{Ø doba} = \frac{1}{\text{Ø r}}$$

Zdroj: Scholleová, 2017

- **Doba návratnosti** – vypočítá se vydělením investice ročním ziskem.

3.3 Současný stav na trhu fotovoltaických systému České republiky

K dnešnímu dni je v České republice již postaveno přibližně 30 tisíc fotovoltaických elektráren s instalovaným výkonem 2 061,4 MW dle závěrečné zprávy 2019 roku (Energetický regulační úřad, 2019).

Fotovoltaický systém a solární zařízení v Česku jsou schváleny státem dle zákona č. 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie. Další krok pro zlepšení cesty solární energie byl přijat v roce 2009-2010, kdy byla snížena doba návratnosti investic z 15 let na 6-7 let, díky snížení cenové nabídky na fotovoltaické články a solární panely dle zákona č. 180/2005 Sb. (Poslanecká sněmovna, 2021).

Dalším významným krokem bylo založení dotačního programu na podporu alternativní energie „Nová zelená úsporám“, který aktivně podporuje Ministerstvo životního prostředí. Hlavním cílem je přispět ke zlepšení stavu životního prostředí snížením emisí CO₂ a znečišťujících látek na území České republiky. V tomto programu jednou z hlavních rolí hraje dotace na fotovoltaické elektrárny v hodnotě 35 000 – 150 000 Kč, v Moravskoslezském, Karlovarském a Ústeckém kraji může stejná dotace dosahovat 155 000 – 170 000. O tuto mohou zažádat jak fyzické, tak i právnické subjekty, které staví rodinné domy, kde systém nesmí přesáhnout 10 kWh instalovaného výkonu (Státní fond životního prostředí ČR, 2020).

Díky státní podpoře, navrhování nových programů a dotací, se zvýšil zájem o koupi a instalaci solární elektrárny a lidé začli přemýšlet o budoucnosti: kam postavit panely, jakou střechu u rodinného domu potřebují, jaké služby a komponenty chtějí pořídit.

Podle statistických zdrojů v České republice slunce svítí v průměru 1550 hodin ročně, v Praze v roce 2020 bylo zaregistrováno 1 573 hodin slunečního svitu. Solární elektrárny v České republice generují celkem 1 TWh. V zásadě jde o malé instalace s výkonem do 10 kWp. V České republice se zabývá výrobou a prodejem solárních energetických systémů okolo 100 společností, avšak poptávka po nich je stále nízká (ERÚ, 2020).

Graf č. 3 - Vývoj výroby elektřiny v České republice v období 2010-2019.



Zdroj: ERÚ, 2019.

Podle **grafu č.3** je možné vidět, že silný nárůst popularity fotovoltaiky se konal v roce 2011, ale tento růst poměrně rychle skončil v roce 2012 - došlo k prvnímu poklesu připojených fotovoltaických systémů na evropském trhu za posledních 12 let. Důvodem jsou hlavně dva faktory: pokles italského fotovoltaického trhu, který byl jedním z největších, a stabilizace dalších evropských trhů. Pokles výroby v Itálii nastal kvůli vyčerpání vládních zdrojů financování, proto celý trh musel přejít na financování z vlastních zdrojů. V následujících letech poptávka po solárních panelech v České republice kolísá.

Je třeba poznamenat, že potenciál rozvoje fotovoltaiky v České republice je mnohem nižší než v jižnějších zemích, jako je Itálie a Španělsko.

Tabulka č. 5- Vývoj ceny elektřiny 1 kWh/kč - 2010–2020 roky.

1 kWh/ Kč	Jednotarifová sazba (pro malou spotřebu) D01d	Jednotarifová sazba (pro střední spotřebu) D02d	Dvoutarifová sazba (s operativním řízením doby) D25d	
	Roky	Cena (Kč/kWh)	Cena (Kč/kWh)	Nízký tarif
2010	5,202	4,546	1,958	4,682
2011	4,924	4,307	2,073	4,449
2012	5,059	4,454	2,231	4,612
2013	5,315	4,669	2,336	4,809
2014	4,798	4,185	1,888	4,482
2015	4,689	4,098	1,871	4,397
2016	4,606	4,030	1,907	4,331
2017	4,661	4,070	1,904	4,370
2018	4,803	4,178	1,910	4,474
2019	5,199	4,597	2,245	4,995
2020	5,131	4,545	2,303	4,944

Zdroj: ERÚ a PRE, 2020.

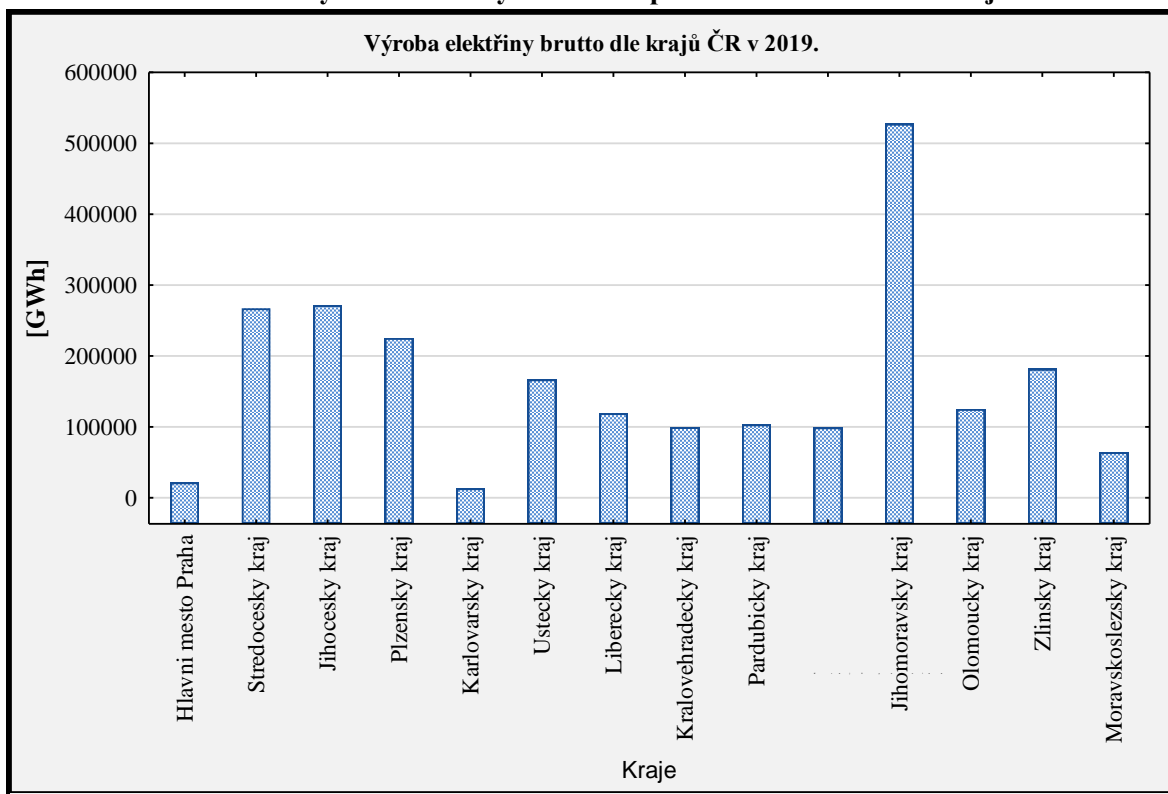
Cenová úroveň elektřiny je dána cenami standardní produktové řady jednoho z dominantních dodavatelů a tím je PRE, představená v **tabulce č. 5**. Tato část plateb se skládá ze dvou složek:

1. Samotná elektřina, kterou si sám dodavatel vyrábí nebo nakupuje na burzách, a poté ji prodává koncovému spotřebiteli za příplatek ve výši stanovené smlouvou. V tomto případě závisí tarif v rámci jedné společnosti na kapacitě připojeného spotřebního zařízení. Jinými slovy, všichni zákazníci jsou rozděleni do skupin (například tarif D02), z nichž každý má svůj vlastní tarif za energetickou energii.

2. Měsíční poplatek dle velikosti hlavního jističe. U dodavatelů je rozptýleno v průměru od 100 do 200 korun za měsíc.

Náklady na 1 kWh však každoročně klesaly přímo do roku 2016, zatímco počet a účinnost jednotek na výrobu energie roste. Dále je možné pozorovat růst cen od 3 % v 2018, až do 8 % v 2019. Příčinami jsou růst ekonomiky a s ní související vyšší poptávka po energiích, a taky růst ceny paliva, např. uhlí a fosilních zdrojů, ze kterých elektřina se vyrábí (iRozhlas, 2018).

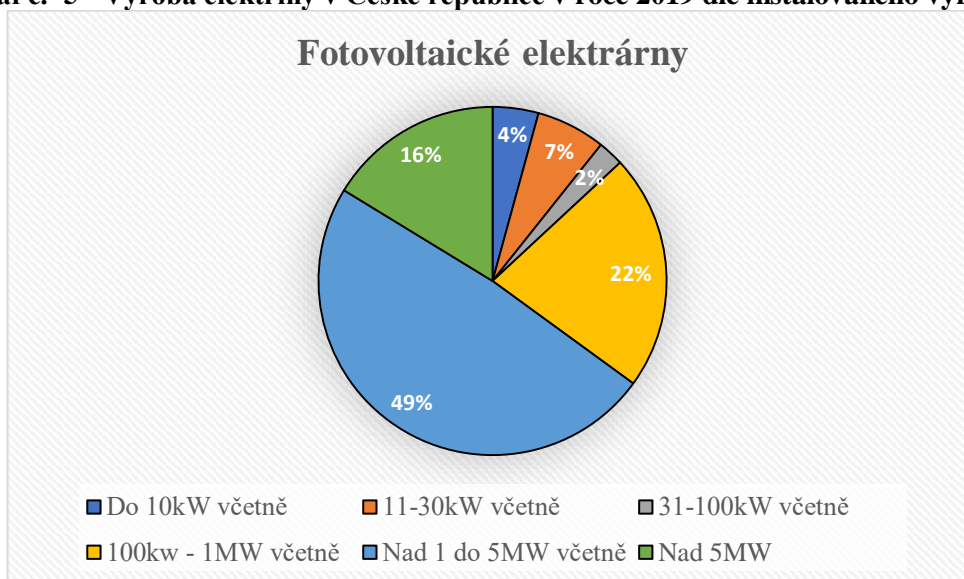
Graf č. 4 - Výroba elektřiny v České republice v roce 2019 dle krajů.



Zdroj: ERÚ, 2019.

Při analýze **grafu č.4** dle statistických dat Energetického regulačního úřadu je patrné, že největší výroba elektřiny pomocí fotovoltaických systémů je v Jihomoravském kraji z důvodů většího průměrného počtu slunných hodin v Brně, Strážnici nebo ve Znojmě (kolem 1700 hodin ročně) a 3098 oficiálně postavených elektráren s průměrným výkonem větší než 0,7MW.

Graf č. 5 - Výroba elektřiny v České republice v roce 2019 dle instalovaného výkonu.



Zdroj: ERÚ, 2019.

3.4 Dotační programy pro fotovoltaiku

Aby lidé měli zájem instalovat fotovoltaické systémy ve svých obytných prostorech byl v roce 2014 navrhnut program „Nová Zelená úsporám“, který funguje od roku 2015 dodnes. Je zaměřen na proplácení příspěvků pro zateplení domů, výměnu kotlů a tepelných čerpadel a zavedení fotovoltaických systémů na střechy domů. Jedná se o dotační program, který byl navržený na podporu obnovitelné energie a energetické účinnosti v budovách. Program nabízí majitelům budov na nákladově efektivním základě možnost snížit spotřebu energie na údržbu budovy a efektivněji využívat obnovitelnou energii.

V **tabulce č. 6** byly uvedeny typy systémů a jejich maximální částka, kterou subjekt může dostat na pořízení fotovoltaické elektrárny.

Zvýhodněnou nabídku pro zainteresované lidi, kteří mají své obytné subjekty na území Ústeckého, Karlovarského a Moravskoslezského kraje, a také majitele památkově chráněných objektů – k níže uvedeným sumám v **tabulce č. 6** mají nárok získat navíc 10 % ze základu. Zajímavou nabídkou státního dotačního programu je proplácení 5 tisíc korun všem žadatelům České republiky na zpracování odborného posudku firmy-instalátora. Z toho vyplývá, že většina žadatelů může dostat nejvýše 155 tisíc korun a ve třech vybraných krajích mohou dosáhnout až na 170 tisíc.

Tabulka č. 6 – Dotační program „Nová Zelená úsporám rok 2021“

Typ systému	Výše podpory [Kč]
Fotovoltaický systém bez akumulace elektrické energie s tepelným využitím přebytků a celkovým využitelným ziskem $\geq 1\,700$ kWh.rok-1	55 000
Fotovoltaický systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem $\geq 1\,700$ kWh.rok-1	70 000
Fotovoltaický systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem $\geq 3\,000$ kWh.rok-1	100 000
Fotovoltaický systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem $\geq 4\,000$ kWh.rok-1	150 000
Fotovoltaický systém efektivně spolupracující se systémem vytápění a přípravy teplé vody s tepelným čerpadlem	150 000
Fotovoltaický systém bez akumulace elektrické energie s tepelným využitím přebytků a celkovým využitelným ziskem $\geq 3\,000$ kWh.rok-1	80 000

Zdroj: Nová Zelená úsporám, 2021.

4 Vlastní práce

4.1 Úvod

Podstata praktické části práce je rozdělena do dvou investičních projektů, protože se zkoumané projekty představují dva nejčastěji vyskytující druhy subjektů v případě zájmu o instalaci fotovoltaické elektrárny a mají odlišnou strukturu spotřeby elektřiny. První projekt je prezentován jako investice pro malý subjekt – rodinný dům ve Středočeském kraji a druhým projektem je velký subjekt – bytový dům v Praze. Po analýze spotřeby elektřiny potenciálních odběratelů je navržen projekt instalace fotovoltaické elektrárny pro každý subjekt, kde je popsána jeho charakteristika, možnosti distribuce energie, položkový rozpočet a popis doby životnosti této elektrárny a záruky poskytované společností Graff Investment s.r.o. Na konci obou kapitol je provedeno zhodnocení efektivity investice na příkladu dvou elektráren: s využitím baterií a bez baterie, pomocí dynamických metod, jakými jsou čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento, index ziskovosti a diskontovaná doba návratnosti.

V případě bytového domu je provedena analýza ekonomické efektivity investice fotovoltaické elektrárny s akumulací a bez akumulace elektřiny za daných podmínek: čerpání vlastních prostředků a čerpání úvěru. Podmínky jsou stanoveny pro posouzení vlivu na účelnost investice a dobu její návratnosti a zda vůbec hypoteční úvěr má smysl, v případě nedostatku peněžních prostředků, pro okamžité zaplacení. Také je probrána možnost prodeje vyprodukované elektrické energie za cenu stanovenou komoditní burzou v případě mále vnitřní spotřeby a možnost pořízení obou druhů solárních systémů na úvěr pro posouzení ekonomické účelnosti.

V praktické části jsou využity data a informace z vlastních zdrojů firmy zabývající se prodejem fotovoltaických elektráren, které autor práce získal během praxe ve společnosti Graff Investment s.r.o.. Pokud v práci nejsou uvedeny zdroje to znamená, že informace vycházejí z interních zdrojů výše zmíněné společnosti.

4.2 Profil analyzované společnosti.

Název: **Graff Investment s.r.o.**

Právní forma: Společnost s r.o.

Tabulka č. 7 - Výběr z klasifikace ekonomických činností dle CZ-NACE pro Graff Investment

Kód	Ekonomická činnost podniku
00	Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona
461	Zprostředkování velkoobchodu a velkoobchod v zastoupení
4690	Nespecializovaný velkoobchod
46900	Nespecializovaný velkoobchod
471	Maloobchod v nespecializovaných prodejnách
6820	Pronájem a správa vlastních nebo pronajatých nemovitostí
68310	Zprostředkovatelské činnosti realitních agentur
731	Reklamní činnosti
79110	Činnosti cestovních agentur
821	Administrativní a kancelářské činnosti
8559	Ostatní vzdělávání j. n.
90020	Podpůrné činnosti pro scénická umění

Zdroj: vlastní zpracování dle Veřejný rejstřík a Sbírký listin, 2021.

Společnost Graff Investment s.r.o. je známým podnikem na trhu fotovoltaické energie, který začal provozovat svou činnost od roku 2015. Společnost se zabývá především prodejem fotovoltaických komponent, elektráren, přístřešků pro auta, a jejich provoz, údržbu a další služby spojené s prodloužením doby fungování systémů. Podnik také řeší mimořádně odbornou montáž a revize solárních systémů, vyřízení dotace a vystupuje jako kupující energie od fyzických a právnických osob. Zároveň Graff Investment s.r.o. provozuje Smíchov Expo a jeho webovou stránku, což je jeden z hlavních e-shopů fotovoltaiky v České republice a odborným výstavištěm solárních technologií.

4.2.1 Sortiment

Společnost Graff Investment s.r.o. nabízí 3 hlavní druhy fotovoltaických systémů, které se dělí dle jejich klasifikací na MINI, MIDI a MAXI. Hlavní výhodou je možnost upravit si každou nabídku elektrárny, doplnit nebo odebrat nějaké komponenty na vyžádání zákazníka a přizpůsobit dle svých možností a představ.

Tabulka č. 8 -Standardní konfigurace pro rodinný dům bez akumulace SUN-MINI.

	Ostatní kraje ČR	Zvýhodněné kraje ČR
Celková cena:	119 990 Kč	143 990 Kč
Dotace:	60 000 Kč	65 500 Kč
Konečná cena:	59 990 Kč	78 490 Kč
Komponenty:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 7 panelů značky AEG o výkonu 450 Wp (Watt peak), 2. on-grid střídač značky GoodWe D-NS o výkonu 3,6 kW 1fázový, 3. regulační jednotka (Elektroměr) značky Watrouter ECO, 4. konstrukce (úchyty pro panely), 5. příslušenství (kabely, konektory apod.) 6. montáž. 	

Zdroj: vlastní zpracování dle Smichov Expo, 2021

Konfigurace systému MINI je nejlevnější a nezákladnější varianta nabídnutá společností Graff Investment. Je určena pro lidi, které se začínají seznamovat se solární energií a nechtějí utrácet veškeré své peníze a riskovat. Elektrárna nejmenšího typu garantuje výkon 3,15 ~ 4,05 kWp. Hlavními prvky jsou solární panely a střídač, který přeměňuje energii přicházející ze solárních panelů ze stejnosměrného napětí na střídavé.

Jestli tato elektrárna vyskytuje v průběhu slunečného dne přebytek energie, tak ji bude automaticky přeměňovat do ohřevu teplé užitkové vody prostřednictvím boileru, tepelného čerpadla, nebo půjde na prodej do sítě. Tato konfigurace je vhodná pro rodinné domy, kde trvale žije jednotlivec, nebo rodina do 4 osob. Výhodnost takové investice je na domech, kde je vysoká spotřeba elektřiny a v tomto případě je možné si veškerou vyrobenou elektřinu spotřebovat.

Tabulka č. 9 -Standardní konfigurace pro rodinný dům s akumulací SUN-MAXI.

	Ostatní kraje ČR	Zvýhodněné kraje ČR
Celková cena:	229 990 Kč	229 990 Kč
Dotace:	105 000 Kč	115 500 Kč

Konečná cena:	124 990 Kč	114 490 Kč
Komponenty:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 9 panelů značky AEG o výkonu 450 Wp (Watt peak), hybridní střídač značky GoodWe o výkonu 4,2 kW 1fázový, Měnič GoodWe 3648D-ES 2. regulační jednotka (Elektroměr) značky Wattrouter ECO, 3. baterie značky Pylontech H48050. Součásti baterie: <ol style="list-style-type: none"> a) řídicí jednotka BMS (Battery Management System – reguluje tok v bateriích) , b) baterie s kapacitou 2,4 kWh (3 kusy), c) kabeláž, d) battery box (skříňka pro baterie a BMS), 4. konstrukce (úchyty pro panely), 5. příslušenství (kabely, konektory apod.) 6. montáž. 	

Zdroj: vlastní zpracování dle Smichov Expo, 2021

Další variantou pro stejně malé subjekty je solární elektrárna s akumulací MAXI. Oproti předchozímu systému MINI je v ní zahrnut akumulární box s baterií, využívaný pro akumulaci elektřiny. Tuto variantu nejčastěji vybírají lidé s častým problémem přerušeni dodávky elektřiny ze sítě, kdy výpadky proudu přerušují provoz všech elektrických spotřebičů v domě, což majitelům způsobuje potíže a nepohodlí, proto se zavádí tzv. autonomní systém.

Pomocí tohoto systému se lidé stávají méně závislími na centralizované dodávce elektřiny: mají autonomii, určité množství energie v bateriích, používají také energii solárních panelů, ale současně používají i síť, odebírají z ní tolik, kolik potřebují, a mohou prodávat energii do stejné sítě. Baterie jsou zpravidla umístěny na hybridních objektech.

Tabulka č. 10 -Standardní konfigurace pro rodinný dům s akumulací SUN MIDI+

	Ostatní kraje ČR	Zvýhodněné kraje ČR
Celková cena:	339 990 Kč	339 990 Kč
Dotace:	155 000 Kč	170 000 Kč
Konečná cena:	184 990 Kč	169 990 Kč

Komponenty:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 13 panelů značky AEG o výkonu 450 Wp (Watt peak), 2. Hybridní střídač GoodWe hybrid o celkovém výkonu 8,0kW 3fázový, Měnič GoodWe 3648D-ES 3. regulační jednotka (Elektroměr) značky Wattrouter ECO, 4. baterie značky Pylontech H48050. Součásti baterie: <ol style="list-style-type: none"> e) řídicí jednotka BMS (Battery Management System – reguluje tok v bateriích) , f) baterie s kapacitou 12,0 kWh, g) kabeláž, h) battery box (skříňka pro baterie a BMS), 5. konstrukce (úchyty pro panely), 6. příslušenství (kabely, konektory apod.) 7. montáž.
--------------------	---

Zdroj: vlastní zpracování dle Smichov Expo, 2021

Poslední konfigurací je MIDI – ta je určena pro větší domy, s větším počtem lidí, proto má více než 10 solárních panelů, má výkon 5,85 kWp a je propojená hybridním střídačem. Elektrospotřebiče získávají energii buď přímo ze solárních panelů nebo z baterie. Pro podrobný investiční plán bude vybrána varianta MIDI ve dvou konfiguracích (s akumulací a bez akumulace) tak, abychom v průměrné nabídce reálně posoudili účelnost této fotovoltaické elektrárny.

4.3 Realizace investičního planu fotovoltaické elektrárny na příkladu malého subjektu.

4.3.1 Úvod

Pro realizaci investičního plánu fotovoltaické elektrárny určeného pro malý subjekt byl zvolen rodinný dům ve Středočeském kraji na základě aktuálně nejčastěji poptávaných variant. Realizace projektu proběhne v září v roce 2021. Lokace subjektu byla vybrána z interních zdrojů společnosti Graff Investment s.r.o, která působí v Praze a Středočeském kraji. Cenová nabídka, na jejímž základě byly připraveny vstupní údaje pro realizaci investičního plánu, jakými jsou uvedený počet komponentů a jejich ceny, byla připravena autorem této diplomové práce spolu s týmem obchodního oddělení Graff Investment s.r.o.

dle požadavků zákazníka. Kombinace komponentů byla nastavena dle odborného posouzení technika, který je zaměstnancem výše uvedené firmy a bude podrobně rozepsaná v kapitole 4.2.2 - projekt hybridní fotovoltaické elektrárny a její cenová nabídka.

4.3.2 Popis potenciálního odběratele.

Ceny na energie v průběhu času pouze porostou, a to kvůli tomu, že elektřina je jedním ze základních prvků podnikání, což nejsou příliš pozitivní vyhlídky. Nicméně existuje varianta, jak na elektřině ušetřit peníze, a dokonce na ní i vydělat.

V této kapitole diplomové práce bude zvážen příklad „malého subjektu“. Jako malý subjekt bude identifikován rodinný dům typu 5 + kk o rozloze 144 metrů čtverečních, kde žije čtyř nebo pětičlenná rodina. Dům se nachází v Praze-Středočeském kraji. Taková oblast byla specifikována, aby bylo možné co nejpřesněji určit množství slunečního světla, protože v závislosti na oblasti se může množství sluneční energie přijímané solárními články lišit.

Potenciálními klienty z této kategorie jsou ve většině případů lidé, kteří sledují situaci na trhu solárních panelů již několik let. Dříve, když solární panely teprve začínaly vstupovat na masový trh, byla jejich cena velmi vysoká a mnoho lidí, kteří si spočítali investiční náklady, se neodvážili je koupit, ale díky státním dotacím a snižování ceny fotovoltaických systémů se stala tato cena přijatelnější a dostupnější pro většinu lidí.

4.3.3 Projekt hybridní fotovoltaické elektrárny a její cenová nabídka.

Jednou z hlavních výhod společnosti jsou její obrovské praktické zkušenosti s realizací různých projektů v oblasti zavádění obnovitelných zdrojů energie, v tomto případě instalace a údržby fotovoltaických systémů.

K dnešnímu dni bylo vyvinuto několik technologií, které se aktivně používají při výrobě sluneční energie v průmyslovém měřítku. Při návrhu a konstrukci solárních elektráren využívajících fotovoltaický efekt používá Graff Investment s.r.o. pozemní a střešní, monokrystalické a polykrystalické fotovoltaické moduly, které mají optimální poměr cena / výkon. V současné době je tato technologie přeměny solární energie na energii

elektrickou dominantní a podle odborníků také dominantní zůstane nejméně po dobu příštích 15–20 let.

Tento projekt bude analyzován a posouzen na základě veškeré použité dokumentace. Výpočty a další materiály byly vybrány ze standardní cenové nabídky dle projektové dokumentace a dle nabídky firmy Graff Investment s.r.o. včetně položkových rozpočtů jednotlivých instalací systémů domů tak, aby bylo možné co nejpřesněji vypočítat a vyhodnotit investiční plán.

Na základě analýzy potenciálního klienta byl vybrán dům ve Středočeském kraji o rozloze 144 m². V tomto projektu bude zvážena hybridní fotovoltaická elektrárna formátu MIDI, která umožní získání nejvyšší úrovně energetické nezávislosti a také potvrdí nebo vývrátí, zda tento typ systému pomůže ušetřit rozpočet na spotřebu energií (elektřiny, tepla apod.) a tedy jestli se vyplatí.

Vybraný dům má šikmou střechu, která umožňuje instalaci stacionárního fotovoltaického systému o výkonu 5,28 kWp s možností akumulace energie do baterie o kapacitě 9,6 kWh. Na šikmých střechách orientovaných na jih v azimutu a úhlu sklonu blízkým optimálním parametrům probíhá instalace solárních panelů na hliníkové profily připevněné k nosným prvkům střechy.

Pro tuto instalaci byly vybrány solární panely značky AXITEC Energy (výrobce – Německo) panely s 0/+5 W tolerancí výkonu, která zaručí odběrateli maximálně efektivní výrobu elektřiny po dlouhou řadu let. Konstrukce solárních panelů tohoto typu umožňuje vysokou účinnost v kombinaci s vysokou spolehlivostí a bezpečností solárních stanic. Výhodou tohoto typu fotovoltaických modulů je jejich velmi dlouhá životnost – dle technické dokumentace výrobce ne méně než 25-30 let. Snížení výkonu, které je způsobeno přirozeným stárnutím součástí, které obsahuje fotovoltaický modul, zároveň není po 30 letech provozu HFVE větší než 30 %.

4.3.3.1 Nabídka HFVE pro rodinný dům

Tabulka č. 11 - Charakteristika nabídky HPVE pro rodinný dům.

Výkon:	5,28 kWp
Doba instalace:	2-3 dny
Typ připojení HFVE:	síť
Technologie solárních modulů:	Monokrystal
Typ podpory	střecha, pevná.
Umístění objektu:	Středočeský kraj
Roční výroba elektřiny:	cca. 5 091 kWh (kvalifikovaný odhad).
Popis dodávky:	střešní solární fotovoltaická elektrárna (HFVE) o výkonu 5,28 kWp (12 kusů FV panelů AXITEC Energy – monokrystal, výkon 440Wp, rozměry 2115x1052x40mm)

Zdroj: vlastní zpracování, dle Graff Investment s.r.o., 2021.

Při výpočtu solárních systémů má skutečný sluneční svit zásadní význam, který lze určit pouze při pozorování. Skutečné sluneční záření na konkrétní ploše povrchu závisí na jeho orientaci vůči jihu, úhlu dopadání záření, uspořádání budov a stromů kolem domu, teplotě, ale co je nejdůležitější – zeměpisné šířce oblasti a jako důsledek sezóny. Podle upřesněného místa – Středočeský kraj – se dá získat průměrné množství slunečního záření na metr čtvereční, a proto se dá vypočíst přibližný výkon vybrané solární elektrárny v dané oblasti v konkrétním měsíci nebo v průměru za rok.

Tabulka č. 12 – Rozpis roční výroby elektřiny

Měsíc	Výroba (kWh)	Měsíc	Výroba (kWh)
Leden	135,6	Červenec	700,7
Únor	217,9	Srpen	614,2
Březen	406,6	Září	480,0
Duben	600,9	Říjen	298,8
Květen	678,1	Listopad	144,4
Červen	695,0	Prosinec	118,7

Celkem:	5 091
----------------	--------------

Zdroj: vlastní zpracování dle PVGIS, 2021.

Podobná solární elektrárna bude po dobu jednoho roku schopná přijímat průměrně 5 091 kWh nebo 5,1 MWh čisté elektřiny.

Schéma 2 - Způsob provozování HFVE.



Zdroj: vlastní zpracování dle Graff Investment s.r.o., 2021.

4.3.3.2 Položkový rozpočet pro rodinný dům

Aby bylo možné dále analyzovat ziskovost investic, je potřeba jako základ vzít podrobnou cenovou nabídku, která byla vypočítána pomocí vlastních cenových návrhů společnosti Graff Investment, a také informací o produktech na internetových stránkách Smíchov Expo. Ceny byly stanoveny v listopadu 2020.

Tabulka č. 13 – Vyčíslení položkového rozpočtu navrhované fotovoltaické elektrárny pro RD

Položka	Množství	Název	Cena bez DPH, v Kč	Cena s DPH, v Kč
FV panely (monokrystal, špičkový výkon 440Wp)	12	AXITEC Energy	42 400	48 760
1x Střídač (3f, hybrid)	1	GOODWE GW8K-ET	57 300	65 895
Baterie, celkem 9,6kWh (LiFePO4)	4	Pylontech H48050 - 2,4 kWh	111 200	127 880

Řídicí modul + kabely	1	BMS SC500-37	~	~
Pylonbox 18 (skříň)	1	~	~	~
Set kabelů	1	~	~	~
Elektromateriál a komponenty	~	~	20 000	23 000
Nosná konstrukce	~	~	16 700	19 205
Montážní práce FVE	~	~	31 700	36 455
Doprava a místní manipulace, BOZP	~	~	7 800	8 970
Projektová dokumentace, Stanoviska PDS, Revize, NZU (administrace žádosti, energetické hodnocení budovy) atd.	~	~	17 600	20 240
Celkem (s akumulací):	20 ~		304 700	350 405
Celkem (bez akumulace):	16 ~		193 500	222 525
Dotace nová zelená úsporám s akumulací:				155 000
Dotace nová zelená úsporám bez akumulace:				80 000
Celková cena po odečtení dotace (s akumulací):	195 405 Kč			
Celková cena po odečtení dotace (bez akumulace):	142 525 Kč			

Zdroj: vlastní zpracování dle technické dokumentace Graff Investment s.r.o., 2021

Aby odběratel získal autonomní solární systém s výrobou energie 5,2 kWp, musí utratit 350 tisíc korun bez spočítání dotací. S dotací cena bude již 195 tis. korun. Za zmínku stojí také fakt, že se bude jednat o rodinný dům s podlahovou plochou do 350 m² (nebo byt do 120 m²), klient je fyzickou osobou a neplátcem DPH, takže je nutné se řídit dle § 48 zákona o DPH, tj. sazba DPH bude snižena, tedy DPH 15 % místo 21 %.

V této cenové nabídce je zahrnuto:

- Dodávka všech požadovaných komponentů HFVE
- Doprava, místní manipulace, montáž a uvedení do provozu, revize
- Příprava elektro projektové dokumentace

- Příprava žádosti o připojení k distribuční síti (PDS)
- Úprava EMR skříně pro připojení stávajícího HDO zařízení dle požadavků distributora
- Doplnění a rozšíření DR skříně v rodinném domě
- Připojení HFVE do stávající bleskosvodní soustavy objektu
- Zaslání kompletní žádosti o dotaci NZÚ a její administrace
- Případná optimalizace distribuční sazby elektřiny dodávané do objektu (RD)
- Zaškolení provozovatele pro obsluhu HFVE
- Soupis a harmonogram doporučených činností pro plynulý provoz díla
- Projektová dokumentace díla (skutečného provedení), záruční listy, technické listy na hlavní komponenty, návody – vše po 1 výtisku

Toto číslo se samozřejmě může výrazně lišit v závislosti na domácích spotřebičích. Zákazník může mít například elektrickou lázeň nebo saunu, dům je špatně izolovaný a/nebo klimatizace, počítače neustále fungují, vaří se na elektrickém sporáku atd. V takovém případě se výše uvedená cena může zvýšit 1,5–3krát, a počet solárních panelů se může navýšit a/nebo vyměnit střídač za výkonnější. Na druhou stranu, pokud se jedná o rodinný dům nebo chatu, kdy objekt je dobře izolovaný (tedy odběratel nemusí utrácet spoustu energie za klimatizaci a topení), používají plynový kotel na teplou vodu, místo stolních počítačů má klient tablety nebo notebooky atd., pak může být spotřeba nižší než 5 kWh / den.

4.3.3.3 Záruka na HFVE pro rodinný dům

Na solární panely se dodávají dva typy záruk: záruka na produkt (product warranty) a záruka na výkon (performance warranty). První typ záruky je typický pro jakýkoli zakoupený produkt – jedná se o záruku proti poškození způsobené výrobní vadou. Tato záruční doba pro solární panely je však vyšší než u jiných produktů – 15 let. Záruční výkonová doba je vyšší, nejběžnější je 25 let při zachování 85 % původního výkonu. Pro výpočty bude použita horší možná varianta pro maximální přiblížení se k realitě, kde se bude každoročně výkonnost zhoršovat o 1 % a na konci doby životnosti elektrárny za 30 let bude na úrovni 71 %. To neznamená, že se solární panel blíží ke konci své životnosti za 25 let. Panel může produkovat energii téměř dvakrát tak dlouho, ale zhoršení výkonových ukazatelů po 25 letech služby není spojeno s žádnými povinnostmi výrobce. Co se týče

ostatních komponentů, tak ty mají všechny produktovou záruku: střídač – 5 let, montážní konstrukce – 10 let, baterie - 10 let a záruka na celou FVE – 24 měsíců.

Čím déle solární panel funguje, tím více elektřiny během své životnosti vyprodukuje a tím levnější je cena za každou generovanou kilowatthodinu. Proto je životnost zařízení důležitým faktorem v ekonomice solární energie.

4.3.4 Životnost a nutnost výměny solárních článků

Ve srovnání s jinými zařízeními na výrobu energie je údržba FVE nenáročná a jednoduchá, ale účinnost FVE a návratnost investice závisí na tom, jak profesionálně je stavba provedena, na následné údržbě a kontrole fungování jednotlivých prvků systému.

Jako každý technický systém a výkonné zařízení vyžaduje i systém HFVE vysoce kvalitní údržbu a pravidelnou výměnu některých jeho komponent. Typická životnost systémových prvků je:

1. **Solární panel** může fungovat déle než 40 let. Přestože se FVE skládá ze dvou klíčových komponent: panelu, který přeměňuje sluneční energii na elektřinu, a střídače, který přeměňuje výslednou elektřinu na střídavý proud, většina kupujících si mylně myslí, že hlavní je vybrat si kvalitní solární panel se správným povrchem, i když ve skutečnosti hodně záleží také na střídači. Podle zprávy největší společnosti zabývající se technologiemi v oblasti obnovitelných zdrojů energie poruchy střídače zapříčiňují 36% celkových ztrát energie v systému a týkají se 43% ze všech hovorů technické podpory (SunEdison, 2014).
2. **Montážní systém solárního pole** je celoživotní systém, pokud nedojde k přírodním katastrofám, jako jsou hurikány, zemětřesení, tornáda atd.
3. **Fotovoltaický střídač** – typická životnost 10-15 let pro střídače GOODWE z vybraného sortimentu. Vyžaduje 1 výměnu po dobu životnosti solárních panelů. Je však třeba poznamenat, že ne všechny střídače jsou stejné. Existují dva typy střídačů – síťové střídače, které převádějí proud z několika fotobuněk (přibližně 1 střídač na 100 panelů) a mikro invertory pracující na každé fotobuňce (jeden pro každý panel).

Ukazatele spolehlivosti těchto dvou typů se zásadně liší. Podle nezávislých studií opakovaně potvrzených velkými odbornými organizacemi je u síťových střídačů 16krát větší pravděpodobnost selhání než u mikroinvertorů. Vzhledem k tomu, že každý síťový střídač je připojen k více než stovce fotobuněk, je každá jeho porucha stonásobně ztrátová (NREL, 2020).

4. **Baterie** – od 3 do 10 let. Lithiová modulární baterie PYLONTECH H48050 v cyklickém režimu mohou vydržet i 10 a více let. Během životnosti FVE proto může být nutné vyměnit 1–2 sady těchto baterií. V posledních letech se objevil nový typ lithiové baterie – LTO (oxid lithný a oxid titaničitý). Mají 2-3krát delší životnost než baterie H48050. Životnost těchto baterií je srovnatelná s životností solárních panelů (hybrid.cz, 2018).

Dobrou zprávou je, že náklady na solární panely neustále klesají. Snížení nákladů je přibližně o 8–10 % ročně (bohužel se jedná o údaje pro výpočty v dolarovém vyjádření, protože v České republice a Německu se solární panely pro domácí maloobchodní trh vyrábějí ve skromných množstvích, a převážně prodávaným produktem jsou čínské solární panely).

Další dobrou zprávou je, že elektronika je s každým rokem spolehlivější a efektivnější. Proto se stále častěji stává, že výměny akumulátorů, střídačů a dalších komponent je třeba provést pouze jednou za 10 let přidáním zařízení, které už dál bude fungovat po celou dobu životnosti solárních panelů.

4.3.5 **Hodnocení ekonomické návratnosti investice**

Jak je uvedeno v předchozí části, pro výpočet návratnosti investic je potřeba vzít v úvahu komponenty, které mají omezenou záruku a dobu životnosti. Aby bylo možné posoudit, zda je tato investice vhodná pro běžnou každodenní spotřebu rodinného domu, je potřeba si zamýšlet nad výměnou komponent, které mají záruční dobu kratší než samotné solární panely.

Tabulka č.14 ukazuje, že během životnosti fotovoltaické elektrárny bude nutné vyměnit střídač a 4 akumulční jednotky, přičemž baterie nutně vyměnit dvakrát, a proto bude tento moment zohledněn v nákladech.

Tabulka č. 14 - Výměna komponentů HFVE

Komponent	Doby výměny	Počet výměn	Množství	Cena za jednotku s DPH, v Kč	Cena s DPH, v Kč
Solární panel AXITEC Energy	30 let	0	12	0	0
Fotovoltaický střídač GOODWE GW8K-ET	15 let	1	1	65 895	65 895
Akumulátor Pylontech X- HV battery H48050	10 let	2	4	27 053	216 424
Celkem:					282 319

Zdroj: vlastní zpracování dle Smíchov Expo, 2021

Moderní obytný prostor, ať už je to byt nebo soukromý rodinný dům, jako v tomto případě, je téměř nemožné si představit bez elektrických spotřebičů, protože náš život v moderním světě příliš závisí na jejich stabilním a neustálém fungování. S přihlédnutím k této závislosti lidé platí obrovské částky za spotřebovanou elektřinu, proto pro výpočet efektivity investice bude vzata v úvahu spotřeba u každé položky.

Nejjednodušší metodou, která byla v této práci použita, byl výpočet spotřeby elektřiny podle výkonu každého elektrického spotřebiče v domě. Stačilo sečíst hodnoty spotřeby energie a vynásobit provozní dobou.

Níže předložená **tabulka č. 15** poskytuje podrobné informace o měsíční spotřebě elektřiny u vybraných a nejpopulárnějších elektrických spotřebičů v rodinném domě.

Tabulka č. 15 - Průměrná spotřeba energie ze sítě za rok 2020 pro RD.

Elektrospotřebič	kW	Prům kWh/měs	Prům kWh/rok	Cena Kč/měs	Cena Kč/rok
El. Boiler 125 l	1,5	135	1620	642,6	7711,2
Chladnička	0,1	72	864	342,7	4112,6
Mraznička	0,1	72	864	342,7	4112,6
Varná deska	1,3	39	468	185,6	2227,7
Pračka	2,3	48,3	579,6	229,9	2758,9
Vysavač	1	3	36	14,3	171,4
Žehlička	1	3	36	14,3	171,4
Televize	1	90	1080	428,4	5140,8
PC a telefony	0,5	60	720	285,6	3427,2
Osvětlení	0,7	92,8	1113	441,5	5297,9
S boilerem, celkem:		615,1	7380,6	2795,4	33544,8
Bez boileru, celkem:		480,1	5760,6	2181,8	26181,9

Zdroj: vlastní zpracování dle PRE, 2021

Tyto výsledky jsou orientační, ale díky nim je možné vypočítat spotřebu elektřiny různými typy zařízení a na základě těchto informací přejít k opatření pro úsporu nákladů a užitečnosti investic do fotovoltaiky. V tabulce je uvedena spotřeba elektřiny s boilerem a bez, pro pochopení toho, kolik kWh bude spotřeba bez boileru v případě ohřevu vody jiným způsobem než elektřinou.

Cena za 1 kWh u poskytovatele Pražská energetika, a. s. v roce 2020 byla 4,545 Kč. Dále v diplomové práci pro výpočty bude použita průměrná cena za posledních 10 let, která u společnosti PRE za 1 kWh byla na úrovni 4,335 Kč.

Tabulka č. 16 – Výpočty pomocných ukazatelů pro posouzení efektivnosti HFVE pro období 5 let z celkových 30 let.

Rok	2021	2022	2023	2024	2025
Výkon (%)¹	100	99	98	97	96
Roční výkon (kWh)²	5091	5040,1	4989,2	4938,3	4887,4
Spotřeba za rok (s boilerem) (kWh)	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6
Spotřeba za rok (bez boileru) (kWh)	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6
Spotřeba ze sítě (s boilerem) (Kč)³	-2289,6	-2340,5	-2391,4	-2442,3	-2493,2
Spotřeba ze (bez boileru) (Kč)	-669,6	-720,5	-771,4	-822,3	-873,2
Doplatek (s boilerem) (Kč)⁴	-9923,1	-10143,8	-10364,4	-10585,1	-10805,7
Doplatek (bez boileru) (Kč)	-2902,1	-3122,7	-3343,3	-3564	-3784,6
Výměna baterie (Kč)	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200
Výměna střídače (Kč)	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5
Celkové náklady (s boilerem) (Kč)	-19319,6	-19540,3	-19760,9	-19981,6	-20202,2
Celkové náklady (bez boileru) (Kč)	-12298,5	-12519,2	-12739,8	-12960,5	-13181,1

Zdroj: vlastní zpracování dle PRE a Smíchov Expo, 2021 (Celá tabulka viz. příloha č. 4).

Abychom mohli posoudit ekonomickou efektivnost investice do fotovoltaické elektrárny, je potřeba vědět, jaká byla spotřeba elektřiny ze sítě před instalací solárních panelů. V tabulce č.16 je ukázán postupně snižující se výkon fotovoltaického systému, který v roce 2050 bude na úrovni 71 %. Dále existují 2 varianty použití solární elektrárny: použití elektřiny z FVE jenom pro elektronické spotřebiče nebo použití i na ohřev vody, kde roční spotřeby v tomto případě bude skoro o 2 tis. kWh více než v prvním případě.

Jelikož spotřeba elektřiny bojlerem je součástí výpočtů, je třeba uvést model bojleru a jeho základní charakteristiky. Zvoleným bojlerem je bojler značky Dražice OKC125II s objemem 125 litrů a příkonem v rozmezí 1600 - 2200 kWh. Hlavní využití je příprava TUV (teplé užitkové vody) v objektech s možností využití nízkého tarifu elektrické energie (noční proud) (siko.cz, 2021).

¹ výkon elektrárny klesající o určité procento každý rok kvůli opotřebení

² roční výkon fotovoltaické elektrárny

³ spotřeba ze sítě bojlerem (bez bojleru) včetně domácích spotřebičů

⁴ doplatek s bojlerem = příkon bojleru *průměrná cena za 1 kWh u poskytovatele elektřiny za poslední 10 let

Pro posouzení ekonomické efektivity investice v této diplomové práci bude prozkoumána jenom varianta s boilerem, protože podobné subjekty mají ve většině případů boiler. V položkách s názvem „Spotřeba ze sítí“ je spočítán rozdíl mezi energiemi, kde je vidět, kolik kWh odběratel bude mít k dispozici a za kolik ještě bude potřeba doplatit dodavateli elektrické energie.

Za třicetiletou dobu životnosti v solární elektrárně budou 2 výměny baterií (u varianty s akumulací v **tabulce č.17**) v celkové hodnotě 216 000 Kč a střídač (v obou variantách), kterého cena je 65 895 Kč. Tyto náklady budou zahrnuty do celkových každoročních nákladů podle 30leté doby životnosti, což jsou 7200 Kč za výměnu baterií a 2196,5 Kč za výměnu střídače. Konečné celkové roční náklady na elektřinu při použití solární elektrárny budou ve výši 19 319,6 Kč za 1 rok použití u varianty s akumulací.

Tabulka č. 17 - Posouzení hodnocení investice HFVE pro rodinný dům s akumulací pro období 30 let.

Rok	Vstupní výdaj	2021	2022	...	2048	2049	2050
Úspora nákladů		31987,5	31987,5	...	31987,5	31987,5	31987,5
Výdaje	-195405	-19319,6	-19540,3	...	-25277	-25497,7	-25718,3
CF		12667,9	12447,3	...	6710,5	6489,9	6269,2
Odúročitel		0,97	0,95	...	0,51	0,50	0,49
Odúročený CF		12371,0	11870,6	...	3454,3	3262,4	3077,6
ČSH		-183034	-171163	...	7349,5	10611,9	13689,5
Kumulovaný odúročený CF		12371,0	24241,6	...	202754,5	206016,9	209094,5

Zdroj: vlastní zpracování dle Graff Investment s.r.o., 2021 (celá tabulka viz. příloha č. 5)

Tabulka č. 18 - Posouzení hodnocení investice HFVE pro rodinný dům bez akumulace pro období 30 let.

Rok	Vstupní výdaj	2021	2022	...	2048	2049	2050
Úspora nákladů (Kč)		31987,5	31987,5	...	31987,5	31987,5	31987,5
Výdaje (Kč)	-142525	-12119,6	-12340,3	...	-18077	-18297,7	-18518,3
CF (Kč)		19867,9	19647,3	...	13910,5	13689,9	13469,2
Odúročitel (%)		0,97	0,95	...	0,51	0,50	0,49
Odúročený CF (Kč)		19402,2	18737,1	...	7160,5	6881,8	6612,2
ČSH (Kč)		-123123	-104386	...	152922,8	159804,5	166416,7
Kumulovaný odúročený CF (Kč)		19402,2	38139,3	...	348327,8	355209,5	361821,7

Zdroj: vlastní zpracování dle Graff Investment s.r.o ,2021 (celá tabulka viz. příloha č. 6)

V **tabulkách č.17 a 18** jsou uvedeny výpočetní data pro hodnocení investice pro rodinný dům s akumulací a bez ní:

- **Úspora nákladů** – je stanovena na úrovni 31 987,5 Kč jako předpokládané ušetřené každoroční náklady za elektřinu, které by odběratel platil bez FVE.

- **Výdaje** – každoroční výdaje na elektřinu ze sítí se zvětšují kvůli poklesu výkonu solární elektrárny.

- **Cashflow** – ukazuje rozdíl mezi úsporou nákladů a výdaji.

- **Odúročitel** – bude použit pro výpočet čisté současné hodnoty peněz a zahrnuje faktor času – průměrnou míru inflace 2,4 %.

- **ČSH** – součet současných (diskontovaných) hodnot všech peněžních toků investice, po odečtu investičního výdaje.

- **Kumulovaný odúročený Cashflow** – bude použit pro výpočet reálné návratnosti investice.

V další části této práce bude provedena důkladná analýza investičního výkonu na základě dynamických metod jako například: čistá současná hodnota, vnitřní výnosové

procento, index ziskovosti a doba návratnosti, které byly popsány v kapitole 2.2.1 teoretické části práce.

Pro budoucí výpočty budou potřebné vybrané ukazatele:

- Životnost projektu pro prognózu a správný ekonomický výpočet bude stanovena na 30 let, z důvodu životnosti solárních panelů.
- Diskontní sazba je stanovena pomocí faktoru času, kde předpokládaná průměrná míra inflace byla zvolena 2,4 %.
- Výdaje na investice dle předchozí analýzy jak pro model s akumulací, tak i bez instalace baterie byly stanovené na 195 405 Kč.
- Použitý ukazatel Cashflow byl prokázán v **tabulkách č.17** a **č.18** které byly přestaveny jako zkrácené verze výpočtů uvedených v **přílohách č. 5** a **č. 6**.

4.3.5.1 Čistá současná hodnota

NPV je hodnota čistého peněžního toku v době výpočtu projektu. Díky vzorci výpočtu NPV je možné posoudit vlastní ekonomickou efektivitu projektu a vzájemně porovnat několik investičních objektů.

Čistá současná hodnota je vypočtena pomocí tohoto vzorce:

$$NPV = -IN + \frac{CF_1}{(1+r)} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} = -IN + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i}$$

Čistá současná hodnota investice do HFVE s akumulací pro rodinný dům bude vypočítaná takto:

$$NPV = -195405 + \frac{12667,89}{(1+0,024)} + \frac{12447,25}{(1+0,024)^2} + \dots + \frac{6269,22}{(1+0,024)^{30}} = 13\,689,5 \text{ Kč}$$

Dosažením všech hodnot do vzorce se dá zjistit, že čistá současná hodnota investice s akumulací pro rodinný dům je ve výši 13690 Kč.

Dalším krokem bude výpočet čisté současné hodnoty investice do HFVE bez akumulace pro rodinný dům:

$$NPV = -142525 + \frac{19867,89}{(1 + 0,024)} + \frac{19647,25}{(1 + 0,024)^2} + \dots + \frac{13469,22}{(1 + 0,024)^{30}} = \mathbf{219\ 296,7\ Kč}$$

V konečném výpočtu vidíme, že projekt bez akumulárního připojení vychází na 16krát větší čistý zisk po skončení doby životnosti dané investice.

Je tedy vidět, že projekt s kompletní sadou bez baterie má vyšší zisk než projekt s baterií. To by se dalo očekávat, protože podle výše uvedených výpočtů vyžaduje méně investic než při zohlednění baterií a také nevyžaduje výměnu baterií dvakrát během provozu celé elektrárny.

Navzdory tomu byly u obou typů elektráren pozorovány pozitivní hodnoty, což má za následek pozitivní hodnocení investice těchto projektů. A peněžní toky u navrhovaných projektů pokrývají náklady.

4.3.5.2 Vnitřní výnosové procento

IRR je vnitřní míra návratnosti investičního projektu, ukazuje minimální návratnost investice, kterou investor považuje za přijatelnou. Výhodou interního ukazatele návratnosti je, že kromě stanovení úrovně návratnosti investice je možné porovnávat projekty různých měřítek a délek.

$$-IN + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1 + IRR)^i} = 0$$

Vnitřní výnosové procento u investice do HFVE s akumulací pro rodinný dům:

$$-195405 + \sum_{i=1}^{30} \frac{CF_i}{(1 + 0,03)^i} = 0$$

Vnitřní výnosové procento u investice do HFVE bez akumulace pro rodinný dům:

$$-142525 + \sum_{i=1}^{30} \frac{CF_i}{(1 + 0,125)^{30}} = 0$$

Tady se dá vidět, že pro projekt s akumulací vnitřně výnosové procento je cca 3 % a pro projekt, který bude připojen přímo k síti - 12,5 %. Tyto výpočty ukazují, že obě investice mohou být úspěšné a z dlouhodobého hlediska se vyplatí. Údaje byly získány z vlastní dokumentace společnosti Graff Investment s.r.o., ve skutečnosti se toto procento může lišit.

4.3.5.3 Index ziskovosti

Na rozdíl od NPV index ziskovosti je relativním ukazatelem: charakterizuje úroveň příjmu na jednotku nákladů, tj. investiční efektivita – čím vyšší je hodnota vybraného ukazatele, tím vyšší je návratnost každé koruny investované do tohoto projektu. Z tohoto důvodu je metoda PI velmi výhodná při výběru jednoho projektu z řady alternativních, které mají přibližně stejné hodnoty NPV nebo, v tomto případě, pokud dva projekty mají stejné hodnoty NPV, ale různé částky požadovaných investic, pak je zřejmé, že ten, který poskytuje vyšší účinnost, je výhodnější investice.

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i}}{IN} = \frac{PV}{IN}$$

Index ziskovosti investice do HFVE s akumulací pro rodinný dům:

$$PI = \frac{209094,5}{195405} = 1,07$$

Index ziskovosti investice do HFVE bez akumulace pro rodinný dům:

$$PI = \frac{361821,7}{142525} = 2,54$$

Hlavní podmínkou této metody je, že index musí být vyšší než 1, což znamená, že naše dvě investice se dají označit jako výhodné a je možné pokračovat s jejich realizací. Je patrné, že situace s rodinným domem bez akumulace může mít budoucí příjmy až 2,54krát větší, než výdaje na tuto investici. V případě použití akumulace vidíme, že situace není tak výhodná, ale stejně se investice vyplatí.

4.3.5.4 Doba návratnosti

Tato metoda je dobrá v situaci, kdy jsou investice spojeny s vysokou mírou rizika, takže čím kratší je doba návratnosti, tím méně je projekt riskantní. Tato situace je typická pro průmyslová odvětví nebo činnosti, které jsou spojeny s vysokou pravděpodobností poměrně rychlých technologických změn. Koncept doby návratnosti projektu říká v této situaci, že ze dvou projektů je likvidnější ten, který má kratší dobu návratnosti.

$$PP = (n - 1) + \frac{IN - \sum_{i=1}^n \text{diskontované } CF_i}{\text{diskontované } CF_n}$$

Doba návratnosti investice do HFVE s akumulací pro rodinný dům:

$$PP = (26 - 1) + \frac{191786,48}{195646,73} = 25,98$$

Doba návratnosti investice do HFVE bez akumulace pro rodinný dům:

$$PP = (9 - 1) + \frac{137701,74}{152325,02} = 8,9$$

Dá se vidět v obou situacích, že projekty jsou úspěšné z hlediska investic. Rozdíl je významný v tom, že první projekt má svou návratnost až ve 26 roku, kdežto druhý projekt už bude úspěšný přibližně za 9 let.

4.3.5.5 Celkové zhodnocení vybrané investice

Po provedení všech výpočtů se dá dostat ke konečnému závěru, jestli investice do FVE je pro určitý rodinný dům výhodná nebo jestli lepším řešením bude investování do jiného projektu.

Z **tabulky č. 19** je možné vidět, že čistá současná hodnota při diskontní sazbě 2,4 % je kladná a rovná se 13 690 Kč, což ukazuje, že odběratel bude mít ke konci doby živnosti projektu pozitivní výsledek. Pokud diskontní sazba bude více než 3 %, tak investice již vůbec nebude mít smysl. Index ziskovosti se rovná 1,07 a doba návratností je skoro 26 let. Výsledek ukazuje na to, že investice může být akceptována. Ukazatele by mohly být mnohem lepší, pokud by nebyla nutná výměna dvou baterií.

Tabulka č. 19 - Celkové zhodnocení HFVE investice pro RD s akumulace.

Metoda hodnocení investic:	Výsledek:
Čistá současná hodnota (NPV)	13 689,5 Kč
Vnitřní výnosové procento (IRR)	Cca. 3 %
Index ziskovosti (PI)	1,07
Doba návratnosti (PP)	25,98 let

Zdroj: vlastní zpracování dle Graff Investment, 2021.

Podle **tabulky č. 20** je možné vidět nejvýhodnější variantu navrhované investice fotovoltaické elektrárny – podle vypočtených výsledků tento příklad může být přijat a jeho návratnost je poměrně vysoká, dle všech probraných dynamických metod hodnocení efektivnosti investic. Při analýze každé metody zvlášť se dá zjistit, že čistý zisk z HFVE bez akumulace bude 219 296,7 korun, což je dle PI 2,54 krát vyšší hodnota než vstupní náklady, které se potom budou vracet v průběhu 9 let celé životnosti projektu.

Tabulka č. 20 - Celkové zhodnocení HFVE investice pro RD bez akumulací.

Metoda hodnocení investic:	Výsledek:
Čistá současná hodnota (NPV)	219 296,7 Kč
Vnitřní výnosové procento (IRR)	Cca. 12,5 %
Index ziskovosti (PI)	2,54
Doba návratnosti (PP)	8,9 let

Zdroj: vlastní zpracování dle Graff Investment, 2021.

Je třeba vždy vědět, že investice počítá s diskontovanými sazbami a hodnotami, které v sobě zahrnují faktor času, což znamená, že tyto výpočtu jsou přiblíženy k budoucí realitě.

4.4 Realizace investičního plánu fotovoltaické elektrárny na příkladu velkého subjektu.

4.4.1 Úvod

Pro realizaci investičního plánu fotovoltaické elektrárny určený pro velký subjekt byl zvolen bytový dům v Praze kvůli tomu, že v poslední době společnost přijímá více objednávek na podobné projekty. Realizace daného projektu proběhne na konci léta v roce 2021. Všechny vstupní údaje pro realizaci investičního plánu dle požadavků zákazníka, které zahrnují popis, počet komponentů a jejich cenovou nabídku, byly připraveny a zpracovány autorem práce při pomoci obchodního oddělení společnosti Graff Investment s.r.o. Technik společnosti po analýze požadavků určil kombinace komponentů, které jsou nejlepšími v daném případě. Taková kombinace bude podrobně rozepsaná v kapitole 4.3.2 - projekt fotovoltaické elektrárny pro bytový dům a její cenová nabídka.

4.4.2 Popis potenciálního odběratele.

V posledních letech se stala mimořádně populární výstavba „ekologických domů“, včetně vícepodlažních komplexů s nízkou spotřebou energie, energeticky účinného LED osvětlení nebo geotermálního vytápění. Probudil se zájem lidí o solární energii jako obnovitelný a prakticky nevyčerpatelný zdroj elektrické energie.

V České republice se již objevil takzvaný trh s mikrogenerací, kdy se soukromé domácnosti nebo společenství vlastníků velkých bytových domů, rozhodují pro solární zařízení, protože mají potíže s připojením k síti nebo proto, že se každoročně zvyšují ceny tarifů za odběr elektřiny. Je třeba mít na paměti, že má smysl investovat do solárních panelů, když bytový dům provádí komplexní projekt energetické účinnosti a solární stanice je jedním z jeho prvků. Existuje také možnost připojení velkého počtu solárních zařízení, aby se zvýšily zisky a začaly vydělávat peníze na elektřině, což ve skutečnosti zahrnuje pouze sledování nainstalovaného systému a jeho údržba, a následný prodej této přijaté elektřiny velkým dodavatelům, jako jsou PRE, ČEZ, E.ON apod.

V této části praktické práce bude zvážen příklad „velkého subjektu“. Jako subjekt většího měřítka bude vybrán pro další výzkum bytový dům činžovního typu. Celkem SVJ má 140 bytových jednotek a nachází se v Praze.

Dnes se činžovní domy postupně transformují od spotřebitelů elektřiny k jejím výrobcům a prodejčům. Připojením těchto FVE stanic k síti provozovatelé distribučních soustav ve skutečnosti posilují energetickou bezpečnost a environmentální sebevědomí celé země.

Tento projekt byl vybrán na základě toho, že v poslední době stále více a více Graff Investment s.r.o. přijímá zakázky tohoto typu. Jedním z posledních takových případů byla zakázka od společenství vlastníků domu skládajícího se ze 3 bloků.

4.4.3 Projekt fotovoltaické elektrárny a její cenová nabídka.

V tomto případě jsou součástí návrhu napájecího systému domu solární autonomní stanice. Optimalizují a snižují náklady na energii užívanou pro provoz výtahů, osvětlení společných prostorů uvnitř i vně domu.

Systém FVE je určen k instalaci na střechu 6 podlažního bytového domu, který má 140 bytových jednotek v Praze, a skládá se ze třech bloků A, B a C. Projekt je financován SVJ a fondem oprav, a bude také podporován vládním dotačním programem „Nová zelená úsporám“.

Zvolený bytový dům má střechu sestavenou asfaltovými pásy se sklonem 5°, což umožňuje umístit 182 kusů panelů o výkonu 80,08 kWp. Dále je třeba poznamenat, že roční spotřeba ve společných prostorách byla dle energetické dokumentace a ročního výpisu cca 60,0 MWh. (aktuální r. 06.2019–06.2020 = 55 000 kWh, tj. 249 975 Kč vč. DPH).

Budova má jihozápadní orientaci, při které je optimální úhel sklonu solárních modulů na střeše, kdy pokles výroby elektrické energie vzhledem k jižní orientaci nepřesahuje 5 %, což určuje období maximálního výkonu solární stanice v období od jara do podzimní rovnodennosti, a to: od 22. března do 23. září kalendářního roku.

4.4.3.1 Nabídka FVE pro bytový dům

Pro tento FVE systém byly zvolené solární monokrystalické panely značky AXITEC Energy s 0/+5 W tolerancí výkonu. Výkon každého panelu je 440Wp a jeho rozměr je 2115x1052x40mm. Taková nabídka solárních panelů může garantovat zpracování slunečné energie mnoho let, včetně záruky výkonu 25 let a produktové záruky 15 let.

Tabulka č. 21 - Charakteristika nabídky FVE bytový dům.

Výkon:	80,08 kWp
Doba instalace:	10-15 dny
Typ připojení FVE:	síť
Technologie solárních modulů:	Monokrystal
Typ podpory	střecha, pevná, asfaltový povrch.
Umístění objektu:	Hlavní město Praha
Roční výroba elektřiny:	cca. 76 552 kWh (kvalifikovaný odhad).

Zdroj vlastní zpracování dle Smíchov Expo, 2021.

Při výpočtu počtu solárních panelů nelze zapomenout, že denní světlo je ovlivněno geografickými ukazateli. Při výpočtu solárních panelů pro dům je třeba vycházet ze skutečné výroby energie, která ráno a večer výrazně klesá kvůli snížení intenzity slunečního záření. **V tabulce č. 22** je podrobně ukázán výpočet dle oboru Evropské komise.

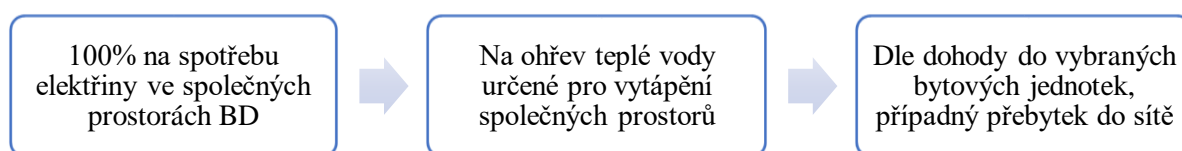
Tabulka č. 22 – Rozpis roční výroby elektřiny BD.

Měsíc	Výroba [kWh]	Měsíc	Výroba [kWh]
Leden	2003,1	Červenec	10561,11
Únor	3210,8	Srpen	9290,4
Březen	6070,2	Září	7225,2
Duben	8754,2	Říjen	4484,4
Květen	9061,7	Listopad	2148,7
Červen	10530,41	Prosinec	1749,3
Celkem:	76 552 kWh		

Zdroj: vlastní zpracování dle PVGIS, 2020.

Obvykle v létě je maximální produktivita panelů pozorována v období od 9 do 16 hodin a v jiné denní době vydávají 20-30% energie. Kromě toho jsou významné výkyvy zapříčiněné povětrnostními podmínkami, které mohou snížit produkci energie o polovinu nebo více. Skutečný výkon solárního panelu by proto měl trvat maximálně z poloviny uvedené v specifikace a vypočítat množství energie na 70% délky denního světla.

Schéma 3 - Způsob provozování FVE.



Zdroj: vlastní zpracování dle Graff Investment, 2021.

Dle **schéma č. 3** je možné vidět prioritní provoz FVE. Za primární potřeby bylo zvoleno zajištění elektrické energie ve společných prostorách domu. Další na prioritním žebříčku je vytápění společných prostor ve všech třech blocích, a až naposled mají možnost prodávat přebytek do sítě, nebo směřovat na některé zvolené bytové jednotky podle řešení SVJ.

4.4.3.2 Možnost prodeje přebytku elektřiny

V případě, že u objektu, který produkuje elektřinu prostřednictvím fotovoltaického systému bude její přebytek, který nebude použit pro ohřev vody, vytápění společných prostorů nebo nebude poskytnut bytovým jednotkám, společnost Graff Investment s.r.o. může nabídnout odkup tohoto přebytku.

Pro fotovoltaické elektrárny, kde instalovaný výkon je menší než 100 kWp má společnost zajímavou nabídku – odkup 1 MWh za 500 Kč, což je 0,5 Kč za 1 kWh.

V této práci bude prozkoumána možnost prodeje případného přebytku elektřiny jenom u projektů bez akumulace, protože v případě, kdy se elektřina bude akumulovat v bateriích, její prodej nebude výhodným řešením kvůli tomu, že použití takové elektřiny na jiné účely (jako vytápění, ohřev vody, nebo poskytnutí do bytových jednotek) např. v noci bude lepším rozhodnutím.

4.4.3.3 Položkový rozpočet pro bytový dům

Jestli obyvatelé činžovního domu chtějí získat autonomní solární systém s výrobou energie 80,08 kWp, musejí dle **tabulky č.23** v případě pořízení systému s možností akumulace utratit 2 687 721,25 Kč s DPH a v případě varianty bez baterií - 1 597 596 Kč bez odečtení dotací „Nová zelená úsporám“. V obou případech statní dotace bude ve výši 480 000 Kč za všechny elektrárny, které budou umístěny ve 3 blocích bytového domu.

Síť FVE je připojena k obecné energetické síti a pracuje s ní. Tato verze solární elektrárny je pro tento dům vhodná, protože již byla připojena k elektrické síti a přeměňuje energii slunce a plně dodává elektřinu, zatímco když slunce zapadá nebo není dostatek sluneční energie, začíná se čerpat elektřina z obecné energetické sítě u varianty bez baterií. U varianty s akumulací při nedostatku slunečního záření se bude používat energie, která byla nashromážděná v průběhu dne.

Sady vybavení se v každém případě mohou lišit a jsou vybírány individuálně v závislosti na potřebách zákazníka.

Tabulka č. 23 – Vyčíslení položkového rozpočtu navrhované fotovoltaické elektrárny pro BD

Položka	Množství	Název	Cena bez DPH, v Kč	Cena s DPH, v Kč
FV panely (monokrystal, špičkový výkon 440Wp)	182	AXITEC Energy	659 200	758 080
1x Střídač 50K MT (3xMPPT/3f); 1x Střídač 25K DT (2x MPPT/3f); 1x Střídač 20K DT (2x MPPT/3f)	3	GOODWE	169 100	194 465
Baterie, celkem 86,4kWh (LiFePO4)	36	Pylontech H48050 - 2,4 kWh	947 935	1090125,25
Elektromateriál a komponenty	~	~	194 990	224 239
Nosná konstrukce a příslušenství	~	~	169 900	195 385
Montážní práce FVE	~	~	126 360	145 314
Doprava a místní manipulace, BOZP	~	~	19 693,9	22 647,5
Projektová dokumentace, Stanoviska PDS, Revize, NZU (administrace žádosti a energetické hodnocení budovy), další odborné administrační úkoly	~	~	49 970	57 465,5
Celkem s akumulací:	221 ~		2 337 148,91	2 687 721,25
Celkem bez akumulace:	185 ~		1 389 213,9	1 597 596
Dotace nová zelená úsporám s akumulací a bez akumulace:				480 000
Po odečtení dotace (s akumulací)				2 207 721,25
Po odečtení dotace (bez akumulace)				1 117 596

Zdroj: vlastní zpracování dle technické dokumentace Graff Investment s.r.o, 2021

K tomuto rozpočtu je také zahrnut balík dopujících služeb:

- Dodávka všech požadovaných komponentů HFVE
- Doprava, místní manipulace, montáž a uvedení do provozu, revize
- Příprava elektro projektové dokumentace
- Příprava žádosti o připojení k distribuční síti (PDS)
- Úprava EMR skříně pro připojení stávajícího HDO zařízení dle požadavků distributora
- Doplnění a rozšíření DR skříně v rodinném domě
- Připojení HFVE do stávající bleskosvodní soustavy objektu
- Zaslání kompletní žádosti o dotaci NZÚ a její administrace
- Případná optimalizace distribuční sazby elektřiny dodávané do objektu (RD)
- Zaškolení provozovatele pro obsluhu HFVE
- Soupis a harmonogram doporučených činností pro plynulý provoz díla
- Projektová dokumentace díla (skutečného provedení), záruční listy, technické listy na hlavní komponenty, návody – vše po 1 výtisku

Další služby, které mohou být ještě využité a jsou doporučené všemi společnostmi, které se zabývají instalací fotovoltaické elektrárny je:

- Servisní činnost zhotovitele pro FVE, cena servisu činí 2300 Kč s DPH 15 % za každou návštěvu (doporučená frekvence je 1 návštěva ročně).
- Tzv. monitoring – dálkový komplexní monitorovací zařízení SM2 MU, sada senzorů pro snímání osvitů, teploty panelů i okolí činí 19 990 Kč vč. DPH 15 %.
- Roční poplatky za standardní portál dálkového monitoringu (přehled funkčnosti elektrárny a diagnostika) v hodnotě 1 209 Kč vč. DPH 21 %.

4.4.3.4 Záruka na FVE pro bytový dům

Solární panely jsou výjimečně odolné a spolehlivé jako v předchozím výpočtu. Bez pohyblivých částí FVE panely někdy nepotřebují údržbu nebo opravy po celou dobu životnosti, což výrobcům a instalatérům umožňuje s jistotou nabízet dlouhodobé záruky. Na toto zařízení je také poskytována záruka 15 let, záruka výkonu nabízí 25 let ochrany. V případě varianty s akumulací bude potřeba provedení dvou výměn 36 baterií za dobu životnosti elektrárny, protože jejich záruka je 10 let. Střídače jsou poměrně odolné se

zárukou 15 let. Životnost a nutnost výměny všech komponentů je stejná, jako u varianty s rodinným domem.

4.4.4 Hodnocení ekonomické návratnosti investice

V průběhu použití zvoleného fotovoltaického systému bude potřeba 2x výměna baterií, protože jejich doba životnosti je 10 let, jako u předchozího projektu.

Celkové náklady na výměnu baterií jsou ve výši 2 180 250,5 Kč, které budou zahrnuty do každoročních výdajů jako 72 675,02 Kč. Doba životnosti třech střídačů typů 50 K MT (3xMPPT/3f), 25 K DT (2x MPPT/3f) a 20K DT (2x MPPT/3f) je 15 let a proto bude potřeba jedna výměna za 233 892 Kč, což je ročně 7 796,4 Kč.

Doba životnosti solárních panelů je 30 let. V případě varianty bez akumulace nebudou zahrnuty náklady na výměnu baterií.

Tabulka č. 24 - Výměna komponentů FVE v BD.

Komponent	Doby výměny	Počet výměn	Množství	Cena za jednotku s DPH, v Kč	Cena s DPH, v Kč
Solární panel AXITEC Energy	30 let	0	182	0	0
1x Střídač 50K MT (3xMPPT/3f);	15 let	1	1	118 713	118 713
1x Střídač 25K DT (2x MPPT/3f);	15 let	1	1	62 303	62 303
1x Střídač 20K DT (2x MPPT/3f)	15 let	1	1	52 876	52 876
Akumulátor Pylontech X- HV battery H48050	10 let	2	36	26 331,5	2 180 250,5
Celkem s akumulací:					2 414 143,5
Celkem bez akumulace:					233 893

Zdroj: vlastní zpracování dle Smichov Expo, 2021

V **tabulce č. 25** je znázorněno, že bytový dům má 7 výtahů, kde průměrná měsíční spotřeba každého je 329 kWh. Zbytek elektřiny se používá na osvětlení společných prostor. V roce 2020 cena za 1 kWh u společnosti Pražská energetika (dle tarifu D02d, který byl ukázán v kapitole 3.1) byla 4,545 Kč. Pro další výpočty bude použita průměrná cena za 1 kWh – 4,335 Kč.

Tabulka č. 25 - Průměrná spotřeba energie ze sítě za rok 2020 pro BD.

Spotřebič	Prům kWh/měs	Prům kWh/rok	Cena Kč/rok
Výtah – 7x	2 303	27 636	125 605,6
Osvětlení	2 280,3	27 364	124 369,4
Celkem:		55 000	249 975

Zdroj: vlastní zpracování dle PRE, 2021

V **tabulce č. 26** jsou zobrazeny pomocné ukazatele pro výpočet ekonomické efektivity investice projektu FVE. Výkonnost elektrárny bude mít 1% pokles každý rok, na konci své doby životnosti bude mít 71 %. Průměrná roční spotřeba po celou dobu bude na úrovni 55 000 kWh. Roční přebytek nebo nedostatek zobrazuje rozdíl mezi produkovanou energií a spotřebovanou.

Do roku 2049 tento ukazatel bude kladný a společenství vlastníků jednotek může samostatně rozhodnout, jakým způsobem může tento přebytek využít (např prodej elektřiny, nebo poskytnutí elektřiny vlastníkům). V roce 2050 fotovoltaické panely kvůli snížení výkonu již nebudou schopny produkovat dostatečné množství energie, a proto SVJ bude potřebovat využít dodávku elektřiny ze sítě. Do dalších nákladů bude zahrnuta výměna 3x střídačů v celkové výši 233 892 Kč a výměna dvou baterií, kde náklady budou ve výši 2 414 143,5 Kč. Každoroční náklady na výměnu střídačů jsou 7 796,4 Kč a na výměnu baterií jsou 72 675,02 Kč. Z toho vyplývá, že celkové náklady u varianty s baterií jsou 80 471,42 Kč za měsíc, u varianty bez baterií celkové náklady budou jenom 7 796,4 Kč měsíčně.

Tabulka č. 26 – Výpočty pomocných ukazatelů pro posouzení efektivnosti FVE pro BD pro období prvních a posledních 5 let.

Rok	2021	2022	2023	2024	2025
Výkon (%)	100	99	98	97	96
Roční výkon (kWh)	76552	75786,48	75020,96	74255,44	73489,92
Roční spotřeba (kWh)	55000	55000	55000	55000	55000
Přebytek/ubyték (kWh)	21552	20786,48	20020,96	19255,44	18489,92
Výměna střídačů (kč)	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4
Výměna baterií (kč)	72675,02	72675,02	72675,02	72675,02	72675,02
Cel. náklady (akumulace)	80471,42	80471,42	80471,42	80471,42	80471,42
Cel. náklady (bez akumulace)	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4
Rok	2046	2047	2048	2049	2050
Výkon (%)	75	74	73	72	71
Roční výkon (kWh)	57414	56648,48	55882,96	55117,44	54351,92
Roční spotřeba (kWh)	55000	55000	55000	55000	55000
Přebytek/ubyték (kWh)	2414	1648,48	882,96	117,44	-648,08
Výměna střídačů (Kč)	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4
Výměna baterií (kč)	72675,02	72675,02	72675,02	72675,02	72675,02
Cel. náklady (akumulace)	80471,42	80471,42	80471,42	80471,42	80471,42
Cel. náklady (bez akumulace)	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4

Zdroj: vlastní zpracování dle PRE, Smíchov Expo, 2021.

4.4.4.1 Varianta pořízení FVE pro bytový dům bez využití úvěru.

V tabulce č. 27 je znázorněna varianta pořízení FVE s akumulací bez půjčení úvěru, a to je za podmínek, že společenství vlastníku bude mít dostatek ušetřených peněz ve svém fondu.

- **Vstupní výdaj** – v tomto případě bude pořizovací cena (Vstupní výdaj) po odečtení dotace 2 207 721 Kč.

- **Úspora nákladů** – úspora každoročních nákladů bude 238 395 Kč, jako předpokládané ušetřené každoroční náklady za elektřinu, které by odběratel platil bez FVE.

- **Výdaje** – každoroční výdaje na elektřinu ze sítí se zvětšují kvůli poklesu výkonu solární elektrárny.

- **Příjmy z prodeje** – příjmy z prodeje možného přebytku vyrobené elektřiny.

- **Cashflow** – ukazuje rozdíl mezi úsporou nákladu výdaji. Do Cashflow v případě varianty s baterií nebyly zahrnuty možné příjmy SVJ v případě prodeje elektřiny, protože společenství vlastníku může rozhodnout o poskytnutí elektřiny do bytů vlastníků nebo vytápění společných prostor, což je to výhodnější cesta než prodej elektřiny z akumulátorů.

- **ČSH** – součet současných (diskontovaných) hodnot všech peněžních toků investice, po odečtu investičního výdaje.

- **Odúročitel** – bude použit pro výpočet čisté současné hodnoty peněz a zahrnuje faktor času – průměrnou míru inflace 2,4 %.

- **Kumulovaný odúročený Cashflow** – bude použit pro výpočet reálné návratnosti investice.

Tabulka č. 27 - Posouzení hodnocení investice FVE s akumulací bez úvěru pro BD pro období 30 let.

Rok	Suma	2021	2022	...	2049	2050
Vstupní výdaj (Kč)	- 2207721,3			...		
Úspora nákladů (Kč)	7151850,0	238395,0	238395,0	...	238395,0	238395,0
Výdaje (Kč)	- 2414142,5	-80471,4	-80471,4	...	-80471,4	-80471,4
Příjmy z prodeje (Kč)	0,0	0,0	0,0	...	0,0	0,0
CF (Kč)	4737707,5	157923,6	157923,6	...	157923,6	157923,6
Odúročitel (%)		0,9766	0,9537	...	0,5027	0,4909
Odúročený CF (Kč)	3349892,5	154222,2	150607,7	...	79386,8	77526,2
ČSH (Kč)	1142171,3	- 2053499,0	- 1902891,3	...	1064645, 1	1142171, 3
Kumulovaný ODÚ CF (Kč)	3349892,5	154222,2	304829,9	...	3272366, 3	3349892, 5

Zdroj: vlastní zpracování, 2021 (Celá tabulka viz. příloha č. 7).

V **tabulce č. 28** je znázorněno, jak budou vypadat výpočty potřebné pro hodnocení efektivnosti investice fotovoltaické elektrárny bez baterií a bez půjčení úvěru. V případě, když se společenství vlastníků rozhodne pro tento projekt, cena na pořízení FVE po odečtení vládní dotace bude ve výši 1 117 596 Kč, úspora každoročních nákladů bude stejná, jako u předchozí varianty s akumulací.

Peněžní tok na rozdíl od „malého subjektu“ bude stejný skoro celou dobu životnosti investice, protože dodávka ze sítí bude použita jenom v posledním roce.

V případě varianty bez akumulace do Cashflow bude zahrnut prodej přebytku vyprodukované elektřiny společnosti Graff Investment s.r.o, za cenu 500 Kč za 1MWh. Je to kvůli tomu, že pokud SVJ nemůže akumulovat v bateriích, musí s elektřinou něco udělat a nejnvýhodnější cesta je prodej.

Tabulka č. 28 - Posouzení hodnocení investice FVE bez akumulace a bez úvěru pro BD pro období 30 let.

Rok	Suma	2021	2022	...	2049	2050
Vstupní výdaj (Kč)	-1117596,0			...		
Úspora nákladů (Kč)	7151850,0	238395,0	238395,0	...	238395,0	238395,0
Výdaje (Kč)	-236700,8	-7796,4	-7796,4	...	-7796,4	-10605,2
Příjmy z prodeje (Kč)	157103,4	10776,0	10393,2	...	58,7	0,0
CF (Kč)	7072252,7	241374,6	240991,8	...	230657,3	227789,8
Odúročitel (%)		0,9766	0,9537	...	0,5027	0,4909
Odúročený CF (Kč)	5015422,7	235717,4	229827,7	...	115949,4	111824,2
ČSH (Kč)	3897826,7	-881878,6	-	...	3786002,5	3897826,7
			652050,9			
Kumulovaný ODÚ CF (Kč)	5015422,7	235717,4	465545,1	...	4903598,5	5015422,7

Zdroj: vlastní zpracování dle Graff Investment, 2021 (Celá tabulka viz. příloha č. 8).

4.4.4.2 Varianta pořízení FVE pro bytový dům s využitím hypotečního úvěru.

V případě, že ve fondu nebude dostatek peněžních prostředků na pořízení FVE, společenství vlastníků si může vzít hypoteční úvěr u banky. Tento úvěr nebude zahrnovat částku na výměnu komponent, což jsou náklady na výměnu baterií a střídačů.

Bylo rozhodnuto, že nejlepším řešením bude účelový hypoteční úvěr na dobu 30 let s maximální možnou dobou fixace 20 let. Taková doba fixace byla použita z hlediska

dlouhodobé jistoty neměnné úrokové sazby a jasnosti výpočtů. Počet let byl zvolen jako celková doba životnosti daného projektu – 30 let.

Úroková sazba je přímo spojená s dobou fixace a při úroku na 20 let u banky Česká spořitelna a.s. bude úroková sazba ve výši 2,84 %. Pro jasnost výpočtů byla úvěrová částka u obou druhů elektráren zvolena v plné výši.

V této části práce měsíční úvěrové splátky na pořízení fotovoltaické elektrárny budou spočítány odděleně od hlavních pomocných tabulek pro hodnocení investic a úroková sazba nebude zahrnutá do odůročitele kvůli tomu, že ostatní komponenty, které budou pořízeny pro výměnu (takové jako baterie a střídače) nebudou zakoupené prostřednictvím úvěru. Také ovlivnění úrokovou sazbou zkreslí skutečnou situaci celého Cashflow.

Tabulka č. 29 – Výpočet roční splátky při půjčení úvěru u BD s akumulací

S akumulací	
Úroková sazba	2,84 %
Úvěrová částka	2207721,25
Počet let	30
Doba fixace	20 let
Roční splátka	110 319,28 Kč

Zdroj: vlastní zpracování dle Česká spořitelna, a. s., 2021.

Tabulka č. 30 - Výpočet roční splátky při půjčení úvěru u BD bez akumulace

Bez akumulace	
Úroková sazba	2,84 %
Úvěrová částka	1117596
Počet let	30
Doba fixace	20 let
Roční splátka	55 846,00 Kč

Zdroj: vlastní zpracování dle Česká spořitelna, a. s., 2021.

Až budou získány úvěrové roční splátky u obou variant, v **tabulce č. 31** se dá vidět, že vstupní výdaj bude vypadat jako kumulativní částka všech ročních úvěrových splátek a bude ve výši 3 309 578,5 Kč. Roční úvěrová splátka by mohla být zahrnuta do položky výdajů, ale kvůli tomu, že pro výpočet ČSH, VVP a Indexu ziskovosti je potřeba použít vstupní výdaj, bude vytvořena nová položka „IN (Úvěrové splátky)“.

Úvěr pro tento projekt byl zvolen, aby ukázat jaký vliv bude mít na hodnocení efektivnosti investice a dobu její návratnosti a jestli vůbec má smysl, pokud SVJ nebude mít okamžitě peníze k dispozici.

Výdaje budou zahrnovat výměnu všech baterií a střídačů a budou ve stejné výši jako u stejné varianty bez úvěru. Do položky příjmů z prodeje se budou zapisovat nulové hodnoty, protože SVJ nebude prodávat elektřinu z důvodu použití elektřiny z akumulátorů v případě slabého slunečního záření.

Tabulka č. 31 - Posouzení hodnocení investice FVE s akumulací a úvěrem pro BD pro období 30 let.

Rok	Suma	2021	2022	...	2049	2050
Úspora nákladů (Kč)	7151850,0	238395,0	238395,0	...	238395,0	238395,0
IN (Úvěrové splátky v Kč)	-3309578,5	-110319,3	-110319,3	...	-110319,3	-110319,3
Výdaje (Kč)	-2414142,5	-80471,4	-80471,4	...	-80471,4	-80471,4
Příjmy z prodeje (Kč)	0,0	0,0	0,0	...	0,0	0,0
CF (Kč)	1428129,0	47604,3	47604,3	...	47604,3	47604,3
Odúročitel (%)		0,9766	0,9537	...	0,5027	0,4909
Odúročený CF (Kč)	1009787,7	46488,6	45399,0	...	23930,3	23369,4
ČSH (Kč)	-2299790,9	-3263089,9	-3217690,9	...	-	-
					2323160,3	2299790,9
Kumulovaný ODÚ CF (Kč)	1009787,7	46488,6	91887,6	...	986418,3	1009787,7

Zdroj: vlastní zpracování dle Graff Investment, 2021 (Celá tabulka viz. příloha č. 9).

Tabulka č. 32 - Posouzení hodnocení investice FVE bez akumulace a s úvěrem pro BD pro období 30 let.

Rok	Suma	2021	2022	...	2049	2050
Úspora nákladů (Kč)	7151850,0	238395,0	238395,0	...	238395,0	238395,0
IN (Úvěrové splátky v Kč)	-1675379,9	-55846,0	-55846,0	...	-55846,0	-55846,0
Výdaje (Kč)	-236700,8	-7796,4	-7796,4	...	-7796,4	-10605,2
Příjmy z prodeje (Kč)	157103,4	10776,0	10393,2	...	58,7	0,0
CF (Kč)	5396872,8	185528,6	185145,8	...	174811,3	171943,8
Odúročitel (%)		0,9766	0,9537	...	0,5027	0,4909
Odúročený CF (Kč)	3830811,3	181180,3	176568,8	...	87876,1	84408,8
ČSH (Kč)	2155431,4	-1494199,6	-1317630,7	...	2071022,6	2155431,4
Kumulovaný ODÚ CF (Kč)	3830811,3	181180,3	357749,1	...	3746402,4	3830811,3

Zdroj: vlastní zpracování dle Graff Investment, 2021 (Celá tabulka viz. příloha č. 10).

Tabulka č.32 znázorňuje variantu pořízení fotovoltaického systému bez baterie pomocí hypotečního úvěru. Také jako v předchozí tabulce je uvedený vstupní výdaj jako součet všech úrokových splátek. Do položky výdajů bude zahrnutá výměna střídačů a do položky příjmů z prodeje bude zahrnut veškerý přebytek, který se bude prodávat kvůli nemožnosti akumulace v bateriích.

Jako i v předchozí části posouzení efektivnosti investic pro rodinný dům, budou pro budoucí výpočty potřebné vybrané ukazatele:

- Doba životnosti projektu pro odhad a přesný výpočet bude stanovena 30 let, z důvodu životnosti solárních panelů.
- Stejně vybraná diskontní sazba dle odhadnuté míry inflace byla zvolená 2,4 %.
- Výdaje na investice na základě položkového rozpočtu a nabídky Graff Investment s.r.o. stanovené jako 2 207 721,3 Kč u varianty s akumulací a bez úvěru, 1 117 596 Kč u varianty bez akumulace a bez úvěru, 3 309 578,5 Kč jako kumulativní částky ročních splátek u varianty s akumulací a s úvěrem a 1 675 379,9 Kč jako kumulativní částky ročních splátek u varianty bez akumulace a s úvěrem.
- Použité ukazatele Cashflow byly prokázány v **tabulkách č.27, 28, 31, 32**, které jsou přestaveny jako zkrácené verze výpočtů, uvedených v **přílohách 7-10**.

4.4.4.3 Čistá současná hodnota

NPV je hodnota čistého peněžního toku v době výpočtu projektu. Díky vzorci výpočtu NPV je možné posoudit vlastní ekonomickou efektivitu projektu a vzájemně porovnat několik investičních objektů.

Čistá současná hodnota je vypočtena pomocí tohoto vzorce:

$$NPV = -IN + \frac{CF_1}{(1+r)} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} = -IN + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i}$$

Po analýze všech dat a informací z výpočetních tabulek, se dá všechny potřebné údaje dosadit do vzorce ČSH. Výsledky budou následující:

ČSH u varianty s akumulací bez úvěru

$$NPV = -2207721,25 + \frac{238395}{(1+0,024)} + \frac{238395}{(1+0,024)^2} + \dots + \frac{238395}{(1+0,024)^{30}} = 1142171,2 \text{ Kč}$$

ČSH u varianty bez akumulací a bez úvěru

$$NPV = -1117596 + \frac{238395}{(1+0,024)} + \frac{238395}{(1+0,024)^2} + \dots + \frac{238395}{(1+0,024)^{30}} = 3897826,7 \text{ Kč}$$

ČSH u varianty s akumulací a úvěrem

$$NPV = -3309578,5 + \frac{238395}{(1+0,024)} + \frac{238395}{(1+0,024)^2} + \dots + \frac{238395}{(1+0,024)^{30}} = -2299790,9 \text{ Kč}$$

ČSH u varianty bez akumulace a s úvěrem

$$NPV = -1675379,8 + \frac{230598,6}{(1+0,024)} + \frac{230598,6}{(1+0,024)^2} + \dots + \frac{230598,6}{(1+0,024)^{30}} = 2155431,4 \text{ Kč}$$

Podle získaných výsledku se dá říct, že nejlepší varianta pro investice je varianta bez akumulace v obou případech, jak s úvěrem, tak i bez úvěru. U variant s akumulací situace se výrazně liší. Čistá současná hodnota v případě, kdy SVJ nebude mít hypotéku, bude na úrovni 1 142 171,2 Kč, což není špatný výsledek, ale v případě s úvěrem hodnota na konci doby životnosti projektu bude záporná a společenství vlastníku po 30 roce ztratí 2 299 790,9 Kč. Taková varianta již není přijatelná.

4.4.4.4 Vnitřní výnosové procento

IRR je vnitřní míra návratnosti investičního projektu, ukazuje minimální návratnost investice, kterou investor považuje za přijatelnou. Výhodou interního ukazatele návratnosti je, že kromě stanovení úrovně návratnosti investice je možné porovnávat projekty různých měřítek a délek.

$$-IN + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1 + IRR)^i} = 0$$

Jak i v dříve uvedených projektech je možné použít ukazatel vnitřního výnosového procenta:

Vnitřní výnosové procento u varianty s akumulací bez úvěru

$$-2207721,25 + \sum_{i=1}^{30} \frac{CF_i}{(1 + 0,0586)^i} = 0$$

Vnitřní výnosové procento u varianty bez akumulace a bez úvěru

$$-1117596 + \sum_{i=1}^{30} \frac{CF_i}{(1 + 0,2138)^i} = 0$$

Vnitřní výnosové procento u varianty s akumulací a s úvěrem

$$-3309578,5 + \sum_{i=1}^{30} \frac{CF_i}{(1 - 0,0474)^i} = 0$$

Vnitřní výnosové procento u varianty bez akumulace a s úvěrem

$$-1675379,8 + \sum_{i=1}^{30} \frac{CF_i}{(1 + 0,1032)^i} = 0$$

Po analýze výsledku vyplývá, že nejvyšší výnosové procento je u varianty bez akumulace a bez úvěru a je na úrovni 21,38 %, což znamená, že pokud všechny faktory ovlivňující čistou současnou hodnotu (jako faktor času a faktor rizika) nepřesáhnou tuto úroveň, investice bude výhodná. Stejně pravidlo platí i pro ostatní druhy investic. Na

příkladem varianty s akumulací a s úvěrem se dá vidět, že aby čistá současná hodnota investice byla nulová, je potřeba mít sazbu -4,74 %, což není možné.

4.4.4.5 Index ziskovosti

Na rozdíl od NPV index ziskovosti je relativním ukazatelem: charakterizuje úroveň příjmu na jednotku nákladů, tj. investiční efektivita – čím vyšší je hodnota vybraného ukazatele, tím vyšší je návratnost každé koruny investované do tohoto projektu. Z tohoto důvodu je metoda PI velmi výhodná při výběru jednoho projektu z řady alternativních, které mají přibližně stejné hodnoty NPV nebo, v tomto případě, pokud dva projekty mají stejné hodnoty NPV, ale různé částky požadovaných investic, pak je zřejmé, že ten, který poskytuje vyšší účinnost, je výhodnější investice.

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i}}{IN} = \frac{PV}{IN}$$

Abychom potvrdili tento projekt, je nutně spočítat PI, který musí být pro pozitivní hodnocení větší než 1:

Index ziskovosti u varianty s akumulací bez úvěru

$$PI = \frac{3349892,5}{2207721,25} = 1,52$$

Index ziskovosti u varianty bez akumulace a bez úvěru

$$PI = \frac{5015422,69}{1117596} = 4,49$$

Index ziskovosti u varianty s akumulací a s úvěrem

$$PI = \frac{1009787,66}{3309578,52} = 0,31$$

Index ziskovosti u varianty bez akumulace a s úvěrem

$$PI = \frac{3830811,26}{1675379,86} = 2,29$$

Podle uvedených výpočtů všechny investice kromě varianty s akumulací a úvěrem mají hodnotu větší než 1, což jasně ukazuje, že ostatní varianty jsou výhodné.

4.4.4.6 Doba návratnosti

Tato metoda je dobrá v situaci, kdy jsou investice spojeny s vysokou mírou rizika, takže čím kratší je doba návratnosti, tím méně je projekt riskantní. Tato situace je typická pro průmyslová odvětví nebo činnosti, které jsou spojeny s vysokou pravděpodobností poměrně rychlých technologických změn. Koncept doby návratnosti projektu říká v této situaci, že ze dvou projektů je likvidnější ten, který má kratší dobu návratnosti.

$$PP = (n - 1) + \frac{IN - \sum_{i=1}^n \text{diskontované } CF_i}{\text{diskontované } CF_n}$$

Jako poslední krok pro potvrzení efektivnosti projektu bude spočítána diskontovaná doba návratnosti:

Doba návratnosti u varianty s akumulací bez úvěru

$$PP = (18 - 1) + \frac{2183351,59}{2286401,54} = 17,95$$

Doba návratnosti u varianty bez akumulace a bez úvěru

$$PP = (5 - 1) + \frac{908114,34}{1121138,22} = 4,81$$

Doba návratnosti u varianty s akumulací a s úvěrem

Diskontovaná doba návratnosti u takové investice bude více než 30 let, a proto nedává smysl investovat do takové varianty. Nediskontovaná doba návratností v tomto případě bude 69,9 let.

Doba návratnosti u varianty bez akumulace a s úvěrem

$$PP = (11 - 1) + \frac{1617686,21}{1757663,57} = 10,92$$

Podle výpočtů všechny projekty kromě varianty s akumulací a s úvěrem mají diskontovanou dobu návratnosti kratší než dobu životnosti projektu. V tomto případě kvůli klesajícímu úročiteli diskontovaná doba návratnosti bude víc, než 100 let a nediskontovaná doba návratnosti bude téměř 70 let, což je také více než doba životnosti.

4.4.4.7 Celkové zhodnocení vybrané investice FVE pro BD

Po provedené analýze a zpracování všech výpočtů je možné celkově zhodnotit všechny čtyři varianty a dospět ke konečnému závěru, které varianty jsou pro vybraný bytový projekt přijatelné, a které nepřinesou žádný zisk, tedy nemá žádný smysl investovat.

Podle údajů získaných v procesu hodnocení efektivnosti investic vidíme z **tabulky č.33**, že první navrhovaný projekt FVE pro bytový dům bude spolu s instalací akumulace a bez pořízení úvěru od banky výhodný.

Tento projekt má dlouhou dobu návratnosti, ta je na hranici 20 let, ale přesto vykazuje dobrý zisk – asi 50 % z částky vynaložené na instalaci fotovoltaické stanice na samém začátku nabízeného projektu. Na základě získaných údajů lze tvrdit, že pokud se obyvatelé bytového domu rozhodnou instalovat 36 kusů baterií pro svou vlastní spotřebu, pak i v případě, že je budou muset vyměnit a zakoupit v budoucnosti nové vybavení a budou mít trvalé náklady na služby, bude tento projekt stále přijatelný.

Tabulka č. 33- Celkové zhodnocení investice do FVE pro BD s akumulací bez úvěru.

Metoda hodnocení investic:	Výsledek:
Čistá současná hodnota (NPV)	1 142 171,26 Kč
Vnitřní výnosové procento (IRR)	5,86 %
Index ziskovosti (PI)	1,52
Doba návratnosti (PP)	17,95 let

Zdroj: vlastní zpracování dle Graff Investment, 2021.

Druhý představený projekt bude určitě pro SVJ nejlepší za všech nabízených, protože nezahrnuje ani poskytnutí úvěru, ani útratu peněz za výměnu baterií. V tomto případě se doba návratnosti stává jenom 4,81 let a zisk dosahuje kolem 4 mil. což je třikrát vyšší než vstupní výdaj nabízeného projektu a tím se vykazuje perfektní výsledek dle **tabulky č.34**.

Tabulka č. 34 - Celkové zhodnocení investice do FVE pro BD bez akumulace a bez úvěru.

Metoda hodnocení investic:	Výsledek:
Čistá současná hodnota (NPV)	3 897 826,69 Kč
Vnitřní výnosové procento (IRR)	21,38 %
Index ziskovosti (PI)	4,49
Doba návratnosti (PP)	4,81 let

Zdroj: vlastní zpracování dle Graff Investment, 2021.

Neúspěšný projekt uváděný jako projekt s poskytnutím finančního úvěru a s instalací baterií, s sebou nese značné překročení rozpočtu, což jasně figuruje v **tabulce č. 35**. Bohužel tento projekt nebude přijatelný pro obyvatele činžovního domu, protože s sebou nese značné ztráty a jeho návratnost převyšuje dobu provozu celého slunečního systému elektráren.

Tabulka č. 35 - Celkové zhodnocení investice do FVE pro BD s akumulací a s úvěrem.

Metoda hodnocení investic:	Výsledek:
Čistá současná hodnota (NPV)	-2 299 790,8 Kč
Vnitřní výnosové procento (IRR)	-4,74 %
Index ziskovosti (PI)	0,31
Doba návratnosti (PP)	> 30 let

Zdroj: vlastní zpracování dle Graff Investment, 2021.

Poslední prozkoumaný typ instalace FVE je projekt s poskytnutím úvěru a bez instalace akumulace. Tato investice bude vhodná pro SVJ, jestliže nebudou mít okamžitě dostatek peněžních prostředků, a proto si budou muset vzít půjčku prostřednictvím banky.

V tomto případě projekt bude realizovatelný, protože vykazuje zisk kolem 2,2 mil. (což je prakticky počáteční cena na instalace elektrárny) a její návratnost se stanoví na 11 let.

Tabulka č. 36 - Celkové zhodnocení investice do FVE pro BD bez akumulace a s úvěrem.

Metoda hodnocení investic:	Výsledek:
Čistá současná hodnota (NPV)	2 155 431,4 Kč
Vnitřní výnosové procento (IRR)	10,32 %
Index ziskovosti (PI)	2,29
Doba návratnosti (PP)	10,92 let

Zdroj: vlastní zpracování dle Graff Investment, 2021.

5 Závěr

Solární energetika se za poslední desetiletí začala velmi rychle rozvíjet a obrovskou výhodou tohoto zdroje energie je, že při současných podmínkách je tento zdroj téměř nevyčerpatelný. Způsob získávání takového druhu energie je potenciálně zajímavý pro každého, kdo má střechu. A při existenci a využití velké slunné pouště, je to zdroj nevýslovného bohatství.

Před rozhodnutím, zda solární elektrárnu instalovat či ne, bylo nutné provést řadu podrobných výpočtů, kterými jsme vyhodnotili v konečném výsledku ekonomickou efektivitu těchto finančních investic. Hlavním kritériem, na kterou nejčastěji lidé obrací svou pozornost je doba návratnosti. Pokud spotřeba energie společnosti překročí za dva měsíce tisíc kilowatthodin a většina z ní je spotřebována během dne, pak stojí za zvážení investovat do solární elektrárny.

Cílem této diplomové práce bylo provedení analýzy ekonomické efektivnosti vybraných fotovoltaických systémů na příkladě dvou různých subjektů: první subjekt – rodinný dům ve Středočeském kraji, majitel, který by chtěl ušetřit peníze prostřednictvím využití solárních panelů, aby minimalizoval náklady na spotřebu elektřiny ze sítí. Druhým subjektem je velký bytový dům v Praze, který se skládá ze třech bytových bloků. Pro každý takový blok by společenství vlastníků chtělo instalovat určité množství fotovoltaických panelů tak, aby mohlo snížit náklady na spotřebu elektřiny pro osvětlení společných prostor a zajištění fungování výtahů.

Prvním dílčím cílem byla analýza několika typů fotovoltaických systémů pro obytné subjekty: hybridní elektrárna s akumulací i bez akumulace, a následné zhodnocení, které řešení ukáže výhodnější typ investici. Druhým dílčím cílem je analýza ekonomické efektivnosti investice při čerpání úvěru na příkladě bytového domu.

V teoretické části této diplomové práce byla podrobně prozkoumaná oblast alternativních zdrojů elektrické energie a postupně probraná sluneční energetika, jako vedoucí energetická technologie v současnosti. V první kapitole byla probraná charakteristika a princip fungování fotovoltaických článků, aby byl mezi nimi prokázán

rozdíl tak, aby zákazník mohl správně zvolit vhodný solární panel pro svou elektrárnu. Na základě zjištěných informací dále v praktické části byly zvoleny monokrystalické panely.

Ve druhé části teoretického zkoumání byly probrány metody hodnocení ekonomické efektivnosti investic, zejména dynamické, které pak byly použity v praktické části této práce.

Na začátku praktické části po analýze potřeb zákazníka rodinného domu na území Středočeského kraje bylo zjištěno, že podle charakteristik střechy a vlastností bydliště má možnost postavit hybridní fotovoltaickou elektrárnu s využitím 3fázového střídače, 12 kusů solárních monokrystalických panelů a akumulčních jednotek. Tento počet solárních panelů byl vybrán z toho důvodu, že střecha zákazníka nemá možnost umístění více jednotek.

Pokud by byl větší počet solárních zařízení, výsledek by byl jiný, protože čím více solárních panelů bude instalováno, tím více se dá ušetřit na elektrické energii díky výnosům z rozsahu. Pro tento projekt byly rozepsány a spočítány dvě varianty: s využitím akumulace, a bez jejího využití v případě, že zákazník nechce akumulovat energii a chtěl by nedostatek elektrické energie čerpat ze sítě, čímž ušetří na bateriích.

Hlavním úkolem bylo ukázat, jak silná je odlišnost v postavení HFVE s využitím akumulace, což stanoví dobu návratnosti 26 let a zisk přibližně 13 690 Kč za 30 let doby životnosti projektu. Je možné poznamenat, že s možným budoucím zvýšením cen od dodavatelů elektřiny za existující tarify se může návratnost těchto solárních panelů výrazně zvýšit.

Po analýze výsledků bylo zjištěno, že všechny investice pro domy s podobnými parametry jsou ekonomicky výhodné. Pokud jde o projekt s akumulací u rodinného domu, dá se říct, že je to výhodná investice, ale ve srovnání s druhou variantou, která byla prozkoumána v této práci, a měla diskontovanou dobu návratnosti skoro 9 let, návratnost nebyla velmi rychlá. V souladu s tímto závěrem byly splněny hlavní a první dílčí cíl diplomové práce pro malý subjekt.

Po analýze potřeb společenství vlastníků jednotek byla podrobně probraná potenciální zakázka na území Hlavního města Prahy pro bytovou novostavbu, která se skládá ze třech

bytových bloků se 140 bytovými jednotkami. V daném projektu byla poptána instalace fotovoltaické elektrárny pro využití elektrické energie ve společných prostorech domu a zajištění pravidelného fungování výtahů. Podle charakteristik činžovního domu bylo předloženo využití 182 kusů solárních panelů, což zajistí 80,08 kWp výkonu, tři střídače různých výkonů a bylo nabídnuto možné využití akumulčních jednotek v množství 36 kusů. Znovu bylo vybráno maximální množství solárních panelů, které lze umístit na střechu z důvodu větší ekonomické návratnosti a principu výnosu z rozsahu.

Pro tento velký projekt byly prozkoumány čtyři varianty možnosti instalace, a to varianty s využitím bankovního úvěru pro instalace dvou kombinací systémů (s akumulací a bez ní), tak i bez využití úvěru v případě, že společenství vlastníků jednotek bude mít dostatek peněz na financování projektu. Přebytek vyrobené elektrické energie u fotovoltaických elektráren bez akumulace byl určen k prodeji společností Graff Investment s.r.o. Vítěznou variantou po celkovém zhodnocení investic pomocí dynamických metod byla varianta bez využití akumulční podpory, případné čerpání z a prodej energie do sítě, a to bez porřízení úvěru prostřednictvím banky. V tomto projektu by pravděpodobný zisk pro společenství vlastníků byl přibližně 4 miliony korun, a jeho návratnost byla skoro 5 let. Na základě těchto výstupů byla hodnocena vybraná investice jako nejpríjemnější.

Druhý projekt dle stupně úspěšnosti byl stejně bez instalace baterií, ale s podmínkou poskytnutí úvěru, což je dost přiblížené k realitě, protože ne všichni obyvatelé mohou souhlasit s jednorázovou platbou na porřízení takové elektrárny, a to buď z důvodu nejistoty v takové investici, nebo kvůli nedostatku peněz ve fondu. Taková investice by přinesla zisk po době provozu kolem 2,2 milionu korun, což je fakticky dvakrát více, než akumulovaný vstupní výdaj všech ročních splátek. Návratnost investice by byla 11 let.

Projekt solární elektrárny pro bytový dům, který má 3. místo dle úspěšnosti je spočítán bez úvěrových splátek, ale s porřízením akumulace. Hlavně na co je třeba soustředit pozornost je fakt, že i při výměně, provozu a opravách 36 kusů baterií, je stejně tato investice výhodná. V konečném výsledku je její diskontovaná doba návratnosti 18 let, ale ještě po dobu 12 let bude schopna vykazovat zisk 1,2 milionů, což je reálných 50 % vstupních výdajů.

Poslední vybraná varianta byla podle výsledků neúspěšná, protože s poskytnutím půjčky a s instalací akumulačního systému prokázala ten fakt, že nebude mít žádný zisk, naopak společenství vlastníku bude mít ztrátu po době 30 let ve výši 2,3 miliony korun. Na základě těchto výstupních výdajů nebyla tato varianta akceptovatelná.

Na konci této kapitoly byl splněn druhý dílčí cíl, ve kterém bylo probráno, jak se liší ekonomická efektivnost investice do fotovoltaické elektrárny a jestli vůbec má smysl v případě půjčení úvěru na příkladě velkého subjektu.

Zajímavým faktem, který byl získán při analýze tohoto tématu je, že nejvýnosnější investicí může být investice do fotovoltaických systémů bez akumulace, které budou použity ke snížení nákladů na energie. To je způsobeno skutečností, že hlavní spotřeba energie nastane během dne. V noci bude energie spotřebována ze sítě pro případně osvětlení ostatních prostor. Čím menší bude vlastní spotřeba, tím více energie může být určeno pro prodej energetickým institucím. Díky tomu je možné výrazně snížit provozní náklady.

Existuje několik proměnných, které mohou ovlivnit dobu návratnosti investice do solárních panelů kvůli vlivu na odúročitel, který byl použit v praktické části diplomové práce:

Inflace. Tento makroekonomický ukazatel každoročně zvyšuje cenu tarifů za elektřinu ze sítě. Jak vidíme, míra inflace v České republice v posledních několika letech byla přijatelně nízká, ale v roce 2020 se kvůli pandemii koronaviru zvýšila o 3,2 %.

Zvyšování cen elektřiny ovlivní, kolik peněz ušetříte v případě instalování solárních panelů oproti použití elektřiny od velkých síťových dodavatelů – čím vyšší cena, tím více ušetříte. Zaznamenáno, že ceny na elektřinu v roce 2021 rostou každý měsíc.

Úrokové sazby z finančních úvěrů – v průběhu splácení úvěru po skončení doby s fixní úrokovou sazbou se může úvěrová sazba zvýšit, což prodlouží dobu návratnosti investice.

Faktor daňového systému – v případě zvýšení daní se doba návratnosti bude zvyšovat.

Účinnost investiční politiky vlády – pokud se sníží nebo zruší dotační programy státu poskytované na pořízení zdrojů obnovitelné energie, prvotní investiční náklad se zvýší o 30-50 %.

Politická a sociální situace v zemi – v případě vypuknutí krizové situace na území státu, jako jsou války, teroristické útoky, pandemie nebo jiné státem nekontrolovatelné situace, se také dá pozorovat vliv na výše uvedené faktory.

Také se dá poznamenat, že velmi velkou výhodou z ekonomického hlediska a obrovský dopad na konečný výsledek efektivity instalace fotovoltaických systémů poskytují vládní programy zaměřené na podporu obyvatel a podniků, které tyto systémy instalují.

Po provedení celého výzkumu instalace solárních elektráren bylo zjištěno, že vhodné varianty jak pro rodinný dům, tak i pro bytový dům jsou všechny předložené, kromě neúspěšné varianty s pořízením účelového hypotečního úvěru a s instalací akumulace.

Je potřeba si pamatovat to, že v této diplomové práci byl proveden výzkum za konkrétních podmínek a cen, uvedené v této práci pro konkrétní subjekty, nacházející ve Středočeském kraji a hl. m. Praha a které mají určité parametry pro instalace fotovoltaických elektráren včetně skoro stejného počasí. V případě zvolení jiných podmínek, se údaje mohou výrazně lišit.

6 Doporučená literatura

- ALEKSEEV, G.N. *Vznik a rozvoj jaderné energie*. 1990, Moskva: Nauka, 479 s. ISBN 978-5020001312.
- BURSTEIN, E., et al. *Semiconductor Surface Physics*. Edited by R. H. KINGSTON, University of Pennsylvania Press, 1957, 345 s. JSTOR, [cit. 2021-02-09]. Dostupné z: www.jstor.org/stable/j.ctv512sg7.
- HASELHUHN, R. *Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2011, 176 s. ISBN 978-80-86167-33-6.
- KISLINGEROVÁ, E. a kol. *Manažerské finance*. 3. vyd. Praha: C. H. Beck, 2010. 811 s. ISBN 9788074001949.
- LIBRA, M. a POULEK, V. *Fotovoltaika: teorie i praxe využití solární energie*. 2., dopl. vyd. Praha: Ilsa, 2010, 160 s. ISBN 978-80-904311-5-7.
- MENKOVSKY M.A., SHVARTSMAN L.A. *Fyzikální a koloidní chemie*. Moskva: Khimiya, 1981. 293 s.
- MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J. a TOMEŠ, M. *Fovoltaika: elektřina ze slunce*. Vyd. 2., Brno: ERA 2008, 112 s. ISBN: 978-80-7366-133-5.
- QUASCHNING, V. *Obnovitelné zdroje energií*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3.
- SCHOLLEOVÁ, Hana. *Ekonomické a finanční řízení pro neekonomy*. 3., aktual. vyd. Praha: Grada, Expert. 2017, 272 s. ISBN 978-80-271-0413-0.
- STANĚK, K. *Fotovoltaika pro budovy*. 1. vyd. Praha: Grada pro Katedru konstrukcí pozemních staveb Fakulty stavební Českého vysokého učení technického v Praze, 2012, 223 s. ISBN 978-80-247-4278-6.
- SYNEK, Miloslav. *Manažerská ekonomika*. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, Expert. 2011, 480 s. ISBN 978-80-247-3494-1.
- ŠAVEL, J. *Elektrotechnologie*. Praha: BEN – technická literatura, 2005. 314 s. ISBN 978-80-7300-190-2.
- VALACH, J. *Investiční rozhodování a dlouhodobé financování*. 2. přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2006. 324 s. ISBN 80-86929-01-9.

Internetové zdroje:

- BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY. *Statistical Review of World Energy*. June 2014. [online] bp.com, 2014 [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>.
- CARBON TRACKER. *How to waste over half a trillion dollars: The economic implications of deflationary renewable energy for coal power investments*. [online] carbontracker.org, 2021 [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <https://carbontracker.org/reports/how-to-waste-over-half-a-trillion-dollars/>.
- ČEZ. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v ČR*. [online]. cez.cz, 2021 [cit. 2021-02-11]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/oze-cr-all-17-01-obalka-in.pdf>.
- ČSÚ. *Energetická bilance ČR – časové řady* [online] czso.cz, 2021 [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/ene_cr.
- ČSÚ. *Spotřeba vybraných paliv a elektrické energie podle činností v letech 2017 až 2019* [online] czso.cz, 2021 [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/123060374/1501422001.pdf/99e51d7f-5922-4eb1-966b-1d8cfc297a3d?version=1.1>.
- ČSÚ. *Spotřeba vybraných ropných produktů a zemní plyn – červen 2019* [online] czso.cz, 2021 [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-vybranych-ropnych-produktu-a-zemni-plyn-cerven-2019>.
- DELOITTE. *Analýza solárních a větrných fotovoltaických systémů* [online]. justice.cz, 2014 [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: <https://www2.deloitte.com/by/ru/pages/energy-and-resources/articles/analyses-on-wind-and-solar-pv-assets.html>.
- ELEKTRARNY.PRO. *Seznam a mapa solárních elektráren v ČR*. [online]. elektrarny.pro, 2021 [cit. 2021-02-11]. Dostupné z: <https://www.elektrarny.pro/seznam-elektraren.php?kj=3&os=&vn-od=&vn-do=&nv=&ml=&le=&zobraz=Hledej>.
- ENF Solar. *Solar Recycling Companies*. [online] enfsolar.com, 2021 [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <https://www.enfsolar.com/directory/service/manufacturers-recycling>.

- EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION. *Global Market Outlook For Photovoltaics 2014–2018*. Brussels: EPIA. 2014, 60 s. [online] solarniasociace.cz, 2013 [cit. 2021-01-30] Dostupné z: https://www.solarniasociace.cz/tmp/44_epia_gmo_report_ver_17_mr.pdf.
- EUROPIAN COMISSION. *Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)*. [online]. ec.europa.eu, 2021 [cit. 2021-02-16]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>
- FORBES. *Major Wind Acquisition Makes SunEdison World's Largest Renewable Energy Developer* [online]. forbes.com, 2014 [cit. 2021-02-16]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/williampentland/2014/11/17/major-wind-acquisition-makes-sunedison-worlds-largest-renewable-energy-developer/>.
- GREENMATCH. *The Opportunities of Solar Panel Recycling*. [online] greenmatch.co.uk, 2021 [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2017/10/the-opportunities-of-solar-panel-recycling>.
- HYBRID.CZ. *Lithium-titanátové baterie: opomíjená technologie s velkým potenciálem?* [online]. hybrid.cz, 2021 [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/lithium-titanatove-baterie-opomijena-technologie-s-velkym-potencialem>.
- IEA PVPS. *Trends in PV applications 2020*. [online] irena.org, 2020 [cit. 2021-02-09]. Dostupné z: https://iea-pvps.org/trends_reports/trends-in-pv-applications-2020/.
- IRENA. *Data & Statistics*. [online] irena.org, 2021 [cit. 2021-02-07]. Dostupné z: <https://www.irena.org/Statistics>.
- KIPP & ZONEN B.V. *Theoretical Information*. [online] kippzonen.com, 2021 [cit. 2021-01-29]. Dostupné z: <https://www.kippzonen.com/Knowledge-Center>.
- NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY. *Mission and Programs*. [online]. nrel.gov, 2021 [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <https://www.nrel.gov/about/mission-programs.html>.
- OBCHODNÍ REJSTŘÍK [online]. justice.cz, 2021 [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik>
- PENÍZE.CZ. *GRAFF INVESTMENT, s.r.o., IČO: 04471849 - Obchodní rejstřík*. [online]. rejstrik.penize.cz, 2021 [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <https://rejstrik.penize.cz/04471849-graff-investment-s-r-o>

- PRE. *Přehled produktů*. [online]. pre.cz, 2021 [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <https://www.pre.cz/cs/domacnosti/elektrina/archiv-produktu/>
- PROFIT SOLAR S.R.O. *Výhody fotovoltaiky*. [online] profitsolar.cz, 2021 [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: <http://www.profitsolar.cz/o-nas/vyhody-fotovoltaiky/>.
- SOLARMARKET. *Beginner's Guide To Solar Power* [online]. solarmarket.com.au, 2021 [cit. 2021-02-10]. Dostupné z: <https://www.solarmarket.com.au/>.
- SOLARPOWER EUROPE. *Global Market Outlook For Solar Power / 2020–2024*. [online]. solarpowereurope.org, 2019 [cit. 2021-02-09]. Dostupné z: https://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2020/07/31-SPE-GMO-report-hr-hyperlinks.pdf?cf_id=20317.
- TŘÍDĚNÍODPADU.CZ. *Jak se nakládá s vysloužilými solárními panely*. [online] trideniodpadu.cz, 2021 [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <https://www.trideniodpadu.cz/solarni-panely>.
- TZB-INFO. *Ceny energií a paliv*. [online] tzb-info.cz, 2021 [cit. 2021-02-04]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii>.
- TZB-INFO. *Průměrné měsíční doby slunečního svitu ve vybraných lokalitách ČR*. [online] tzb-info.cz, 2021 [cit. 2021-02-06]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/99-prumerne-mesicni-doby-slunecniho-svitu-ve-vybranych-lokalitach-cr>.
- TZB-INFO. *Spotřeba zemního plynu v 1. a 2. čtvrtletí 2020 podrobněji*. [online] tzb-info.cz, 2021 [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem>.

Odborné články a časopisy:

- MEITIN, M. *Fotovoltaika: materiály, technologie, vyhlídky* In: elektronika: věda, technologie, podnikání, Vol. 6, 2008 [online] elibrary.ru, 2021 [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <https://www.elibrary.ru/>
- JANALÍK, R. *Zdroje energie*. Učebnice. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita. 2012. 90 s. [online] kke.zcu.cz, 2021 [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: https://kke.zcu.cz/export/sites/kke/old_web/_files/projekty/enazp/17/IUT/098_Zdroje_energie_-_Janalik_-_P3.pdf.

- IRENA. *Renewable energy auctions in Japan: Context, design and results*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi January 2021. ISBN :978-92-9260-298-7.
- IRENA. *End-of-life management: Solar Photovoltaic Panels*. IRENA 2016 AND IEA-PVPS 2016. June 2016. ISBN :978-92-95111-99-8.

Zákony a usnesení:

- ZÁKON Č. 137/2010 SB. ze dne 21. dubna 2010 o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů) In: Sbírka zákonů České republiky. 2010, částka 51, s. 1842 Dostupný také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2010-137>https://www.irozhlas.cz/ekonomika/ceny-elektřiny-2018-vyvoj-rostou-ceny-zemního-plynu_1810031523_ako

7 Přílohy

Seznam příloh:

Příloha č. 1 – Technická specifikace akumulace Pylontech H48050 - 2,4 kWh

Příloha č. 2 – Technická specifikace střídačů GOODWE GW8K-ET

Příloha č. 3 - Průměrná spotřeba energie ze sítě za rok 2020 pro RD

Příloha č. 4 - Podpůrná tabulka pro hodnocení investice HFVE pro rodinný dům

Příloha č. 5 - Podrobná tabulka posouzení hodnocení investice HFVE pro rodinný dům s akumulací

Příloha č. 6 - Podrobná tabulka posouzení hodnocení investice HFVE pro rodinný dům bez akumulace

Příloha č. 7 - Podrobná tabulka posouzení hodnocení investice FVE pro bytový dům s akumulací bez úvěru

Příloha č. 8 - Podrobná tabulka posouzení hodnocení investice FVE pro bytový dům bez akumulace a bez úvěru

Příloha č. 9 - Podrobná tabulka posouzení hodnocení investice FVE pro bytový dům s akumulací s úvěrem

Příloha č. 10 - Podrobná tabulka posouzení hodnocení investice FVE pro bytový dům bez akumulace s úvěrem

Příloha č. 11– Podpůrná tabulka pro hodnocení investice FVE pro BD

Příloha č. 12– Vyčíslení položkového rozpočtu navrhované fotovoltaické elektrárny pro RD

Příloha č. 13 - Vyčíslení položkového rozpočtu navrhované fotovoltaické elektrárny pro BD

Příloha č. 1 – Technická specifikace akumulace Pylontech H48050 - 2,4 kWh

Bateriový modul



Model	H48050
Kapacita (kWh)	2.40
Jmenovité napětí (Vdc)	48
Jmenovitá kapacita (Ah)	50
Napěťový rozsah (Vdc)	45~54
Hloubka vybití (DOD)	80% (10~90%)
Rozměry (Š*H*V, mm)	442*390*100
Komunikace	RS485/CAN
Krytí	IP20
Váha (kg)	24
Životnost	10+ let
Počet provozních cyklů	4000
Provozní teplota	0~50 °C
Skladovací teplota	-20~60 °C
Certifikáty produktu	TÜV, CE

Zdroj: Graff Investment s.r.o ,2021

Příloha č. 2 – Technická specifikace střídačů GOODWE GW8K-ET

Technické údaje	GW5048D-ES	GW3648D-ES
Solární systém		
Max. povolený výkon PV [W]	6000	4600
Jmenovitý DC výkon [W]	5000	4200
Max. stejnosměrné napětí [V]	580	
MPPT regulátor – rozsah napětí [V]	125-550	
Startovací napětí [V]	150	
Max. stejnosměrný proud [A]	11/11	
Počet DC konektorů	2	
Počet MPPT regulátorů	2 (mohou být zapojeny paralelně)	
DC konektory	MC4 / Phoenix / Amphenol	
Baterie		
Typ baterie	Olověný akumulátor nebo Li-Ion	
Jmenovité napětí [V]	48	
Max. výkon při vybití [W]	4600	3600
Max. výkon při nabíjení [W]	4600, programovatelné	3600, programovatelné
Kapacita baterie [Ah]	≥100 (dle požadavků)	
Dobíjecí klívka	3-úrovňová adaptivní s údržbou	
Dobíjecí napětí [V]	60 (nastavitelné)	
Teplotní kompenzace baterie	Zahnutá (Li-Ion)	
Čidlo napětí baterie	Integrované	
Přepínač proudu	Integrovaný	
Informace o AC výstupu		
Jmenovitý AC výkon [W]	4600	3600
Max. AC výkon [W]	4600/4850/4950/5100*	3600
Špičkový výkon (Back-up) [W]	1,5× Pnom, 10 sekund	
Max. AC proud [A]	20/21**	16
Jmenovitý AC výstup	50/60 Hz; 230 Vac	
Rozsah AC výstupu	45-55 Hz /55-65 Hz; 180-270 Vac	
AC výstup (Back-up)	230Vac ±2 %, 50 Hz (60 Hz volitelně) ±0,2 %, THDv <3 % (lineární zátěž)	
THDi	<1,5 %	
Faktor výkonu	0,8 vodící ~ 0,8 následný	
Připojení k síti	Jednofázové	
Účinnost		
Max. účinnost	97,6 %	

Zdroj: Graff Investment s.r.o ,2021

Příloha č. 3 - Průměrná spotřeba energie ze sítě za rok 2020 pro RD.

Elektrospotřebič	kW	Prům kWh/měs	Prům kWh/rok	Kč/měs	Kč/rok
El. Boiler 125l	1.5	135	1620	642.6	7711.2
Chladnička	0.1	72	864	342.72	4112.64
Mraznička	0.1	72	864	342.72	4112.64
Varná deska	1.3	39	468	185.64	2227.68
Pračka	2.3	48.3	579.6	229.908	2758.896
Vysavač	1	3	36	14.28	171.36
Žehlička	1	3	36	14.28	171.36
Televize	1	90	1080	428.4	5140.8
PC a telefony	0.5	60	720	285.6	3427.2
Osvětlení	0.7	92.75	1113	441.49	5297.88
S boilerem		615.05	7380.6	2795.40	33544.82
Bez boileru		480.05	5760.6	2181.82	26181.92

Zdroj: vlastní zpracování dle PRE,2021

Příloha č. 4 - Podpůrná tabulka pro hodnocení investice HFVE pro rodinný dům.

Rok	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Výkon (%)	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91
Roční výkon (kWh)	5091	5040,09	4989,18	4938,27	4887,36	4836,45	4785,54	4734,63	4683,72	4632,81
Roční spotřeba (s boilerem) (kWh)	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6
Roční spotřeba (bez boileru) (kWh)	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6
Spotřeba ze sítě (boiler) (Kč)	-2289,6	-2340,51	-2391,42	-2442,33	-2493,24	-2544,15	-2595,06	-2645,97	-2696,88	-2747,79
Spotřeba ze sítě (bez boileru) (Kč)	-669,6	-720,51	-771,42	-822,33	-873,24	-924,15	-975,06	-1025,97	-1076,88	-1127,79
Doplatek (boiler) (Kč)	-9923,13	-10143,8	-10364,4	-10585,1	-10805,7	-11026,3	-11247	-11467,6	-11688,3	-11908,9
Doplatek (bez boileru) (Kč)	-2902,05	-3122,69	-3343,33	-3563,98	-3784,62	-4005,27	-4225,91	-4446,55	-4667,2	-4887,84
Výměna baterie (Kč)	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200
Výměna střídače (Kč)	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5
Celkové náklady (boiler) (Kč)	-19319,6264	-19540,27034	-19760,91428	-19981,55822	-20202,202	-20422,846	-20643,49	-20864,134	-21084,778	-21305,422
Celkové náklady (bez boileru) (Kč)	-12298,5464	-12519,19034	-12739,83428	-12960,47822	-13181,122	-13401,766	-13622,41	-13843,054	-14063,698	-14284,342
Rok	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Výkon (%)	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
Roční výkon (kWh)	4581,9	4530,99	4480,08	4429,17	4378,26	4327,35	4276,44	4225,53	4174,62	4123,71
Roční spotřeba (s boilerem) (kWh)	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6
Roční spotřeba (bez boileru) (kWh)	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6
Spotřeba ze sítě (boiler) (Kč)	-2798,7	-2849,61	-2900,52	-2951,43	-3002,34	-3053,25	-3104,16	-3155,07	-3205,98	-3256,89
Spotřeba ze sítě (bez boileru) (Kč)	-1178,7	-1229,61	-1280,52	-1331,43	-1382,34	-1433,25	-1484,16	-1535,07	-1585,98	-1636,89
Doplatek (boiler) (Kč)	-12129,6	-12350,2	-12570,9	-12791,5	-13012,1	-13232,8	-13453,4	-13674,1	-13894,7	-14115,4
Doplatek (bez boileru) (Kč)	-5108,49	-5329,13	-5549,77	-5770,42	-5991,06	-6211,71	-6432,35	-6652,99	-6873,64	-7094,28
Výměna baterie (Kč)	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200
Výměna střídače (Kč)	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5
Celkové náklady (boiler) (Kč)	-21526,066	-21746,71	-21967,354	-22187,998	-22408,6416	-22629,2855	-22849,9294	-23070,5734	-23291,2173	-23511,8613
Celkové náklady (bez boileru) (Kč)	-14504,986	-14725,63	-14946,274	-15166,918	-15387,5616	-15608,2055	-15828,8494	-16049,4934	-16270,1373	-16490,7813
Rok	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050

Výkon (%)	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71
Roční výkon (kWh)	4072,8	4021,89	3970,98	3920,07	3869,16	3818,25	3767,34	3716,43	3665,52	3614,61
Roční spotřeba (s boilerem) (kWh)	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6	7380,6
Roční spotřeba (bez boileru) (kWh)	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6	5760,6
Spotřeba ze sítě (boiler) (Kč)	-3307,8	-3358,71	-3409,62	-3460,53	-3511,44	-3562,35	-3613,26	-3664,17	-3715,08	-3765,99
Spotřeba ze sítě (bez boileru) (Kč)	-1687,8	-1738,71	-1789,62	-1840,53	-1891,44	-1942,35	-1993,26	-2044,17	-2095,08	-2145,99
Doplatek (boiler) (Kč)	-14336	-14556,6	-14777,3	-14997,9	-15218,6	-15439,2	-15659,9	-15880,5	-16101,2	-16321,8
Doplatek (bez boileru) (Kč)	-7314,93	-7535,57	-7756,21	-7976,86	-8197,5	-8418,14	-8638,79	-8859,43	-9080,08	-9300,72
Výměna baterie (Kč)	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200	-7200
Výměna střídače (Kč)	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5	-2196,5
Celkové náklady (boiler) (Kč)	-23732,5052	-23953,1491	-24173,7931	-24394,437	-24615,081	-24835,7249	-25056,3688	-25277,0128	-25497,6567	-25718,3007
Celkové náklady (bez boileru) (Kč)	-16711,4252	-16932,0691	-17152,7131	-17373,357	-17594,001	-17814,6449	-18035,2888	-18255,9328	-18476,5767	-18697,2207

Zdroj: vlastní zpracování dle technické dokumentace Graff Investment s.r.o ,2021

Příloha č. 5 - Podrobná tabulka posouzení hodnocení investice HFVE pro rodinný dům s akumulací.

Rok		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Úspora nákladů		31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52
Výdaje (Kč)	Vstupní výdaj -195405	19319,6	19540,3	19760,9	19981,6	20202,2	20422,8	20643,5	20864,1	21084,8
CF (Kč)		12667,89	12447,25	12226,61	12005,96	11785,32	11564,67	11344,03	11123,39	10902,74
Odúročitel (%)		0,9766	0,9537	0,9313	0,9095	0,8882	0,8674	0,8470	0,8272	0,8078
Odúročený CF (Kč)		12370,99	11870,62	11386,91	10919,36	10467,47	10030,76	9608,767	9201,05	8807,165
ČSH (Kč)		18303,4	17116,3	15977,6	14885,7	13839,0	12835,9	11875,0	10954,9	10074,2
Kumulovaný odúročený CF (Kč)		12370,99	24241,61	35628,53	46547,89	57015,35	67046,11	76654,88	85855,92	94663,09
Rok	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Úspora nákladů (Kč)	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52
Výdaje (Kč)	-21305,4	21526,1	21746,7	21967,4	22188	22408,6	22629,3	22849,9	23070,6	23291,2
CF (Kč)	10682,1	10461,45	10240,81	10020,17	9799,523	9578,879	9358,235	9137,591	8916,947	8696,303
Odúročitel (%)	0,7889	0,7704	0,7523	0,7347	0,7175	0,7006	0,6842	0,6682	0,6525	0,6372
Odúročený CF (Kč)	8426,69	8059,211	7704,33	7361,656	7030,813	6711,434	6403,164	6105,658	5818,579	5541,604
ČSH (Kč)	-92315,2	-84256	-76551,7	-69190	-62159,2	-55447,8	-49044,6	-42939	-37120,4	-31578,8
Kumulovaný odúročený CF (Kč)	103089,8	11114,9	11885,3,3	12621,5	13324,5,8	13995,7,2	14636,0,4	15246,6	15828,4,6	16382,6,2
Rok	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049
Úspora nákladů (Kč)	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52
Výdaje (Kč)	-23511,9	23732,5	23953,1	24173,8	24394,4	24615,1	24835,7	25056,4	25277	25497,7
CF (Kč)	8475,659	8255,015	8034,371	7813,727	7593,083	7372,439	7151,796	6931,152	6710,508	6489,864
Odúročitel (%)	0,6223	0,6077	0,5935	0,5796	0,5660	0,5527	0,5398	0,5271	0,5148	0,5027
Odúročený CF (Kč)	5274,416	5016,708	4768,182	4528,551	4297,533	4074,856	3860,257	3653,479	3454,272	3262,397
ČSH (Kč)	-26304,4	21287,6	16519,5	11990,9	7693,38	3618,53	241,7314	3895,21	7349,482	10611,88
Kumulovaný odúročený CF (Kč)	169100,6	17411,7,4	17888,5,5	18341,4,1	18771,1,6	19178,6,5	19564,6,7	19930,0,2	20275,4,5	20601,6,9

Zdroj: vlastní zpracování dle technické dokumentace Graff Investment s.r.o,2021

Příloha č. 6 - Podrobná tabulka posouzení hodnocení investice HFVE pro rodinný dům bez akumulace.

Rok		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Úspora nákladů		31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52
Výdaje (Kč)	Vstupní výdaj - 195405	- 12119,6	- 12340,3	- 12560,9	- 12781,6	- 13002,2	- 13222,8	- 13443,5	- 13664,1	- 13884,8
CF (Kč)		19867,89	19647,25	19426,61	19205,96	18985,32	18764,67	18544,03	18323,39	18102,74
Odúročitel (%)		0,9766	0,9537	0,9313	0,9095	0,8882	0,8674	0,8470	0,8272	0,8078
Odúročený CF (Kč)		19402,24	18737,08	18092,44	17467,72	16862,35	16275,76	15707,4	15156,75	14623,28
ČSH (Kč)		- 12312,3	- 10438,6	- 86293,2	- 68825,5	- 51963,2	- 35687,4	- 19980	- 4823,26	- 9800,02
Kumulovaný odúročený CF (Kč)		19402,24	38139,32	56231,75	73699,48	90561,83	106837,6	122545	137701,7	152325
Rok	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Úspora nákladů (Kč)	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52
Výdaje (Kč)	-14105,4	14326,1	14546,7	14767,4	- 14988	15208,6	15429,3	15649,9	15870,6	16091,2
CF (Kč)	17882,1	17661,45	17440,81	17220,17	16999,52	16778,88	16558,23	16337,59	16116,95	15896,3
Odúročitel (%)	0,7889	0,7704	0,7523	0,7347	0,7175	0,7006	0,6842	0,6682	0,6525	0,6372
Odúročený CF (Kč)	14106,49	13605,89	13121,01	12651,38	12196,56	11756,11	11329,6	10916,63	10516,8	10129,71
ČSH (Kč)	23906,51	37512,4	50633,41	63284,79	75481,35	87237,45	98567,06	109483,7	120000,5	130130,2
Kumulovaný odúročený CF (Kč)	166431,5	180037,4	193158,4	205809,8	218006,3	229762,5	241092,1	252008,7	262525,5	272655,2
Rok	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049
Úspora nákladů (Kč)	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52	31987,52
Výdaje (Kč)	-16311,9	16532,5	16753,1	16973,8	17194,4	17415,1	17635,7	17856,4	- 18077	18297,7
CF (Kč)	15675,66	15455,02	15234,37	15013,73	14793,08	14572,44	14351,8	14131,15	13910,51	13689,86
Odúročitel (%)	0,6223	0,6077	0,5935	0,5796	0,5660	0,5527	0,5398	0,5271	0,5148	0,5027
Odúročený CF (Kč)	9754,987	9392,265	9041,188	8701,408	8372,588	8054,403	7746,533	7448,67	7160,514	6881,774
ČSH (Kč)	139885,2	149277,5	158318,6	167020	175392,6	183447	191193,6	198642,2	205802,8	212684,5
Kumulovaný odúročený CF (Kč)	282410,2	291802,5	300843,6	309545	317917,6	325972	333718,6	341167,2	348327,8	355209,5

Zdroj: vlastní zpracování dle technické dokumentace Graff Investment s.r.o., 2021

Příloha č. 7 - Podrobná tabulka posouzení hodnocení investice FVE pro bytový dům s akumulací bez úvěru.

Rok	Suma	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Vstupní výdaj (Kč)	- 22077 21.3										
Úspora nákladů (Kč)	71518 50.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0
Výdaje (Kč)	- 24141 42.5	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. .4	- 80471. .4
Příjmy z prodeje (Kč)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF (Kč)	47377 07.5	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6
Odúročitel (%)		0.9766	0.9537	0.9313	0.9095	0.8882	0.8674	0.8470	0.8272	0.8078	0.7889
Odúročený CF (Kč)	33498 92.5	15422 2.2	15060 7.7	14707 7.8	14363 0.7	14026 4.3	13697 6.9	13376 6.5	13063 1.3	12756 9.7	12457 9.7
ČSH (Kč)	11421 71.3	- 20534 99.0	- 19028 91.3	- 17558 13.5	- 16121 82.9	- 14719 18.6	- 13349 41.7	- 12011 75.2	- 10705 43.9	- 94297 4.2	- 81839 4.5
Kumulovaný ODÚ CF (Kč)	33498 92.5	15422 2.2	30482 9.9	45190 7.7	59553 8.4	73580 2.7	87277 9.6	10065 46.0	11371 77.4	12647 47.0	13893 26.8
Rok		2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Vstupní výdaj (Kč)											
Úspora nákladů (Kč)		23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0
Výdaje (Kč)		- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. .4	- 80471. .4
Příjmy z prodeje (Kč)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF (Kč)		15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6
Odúročitel (%)		0.7704	0.7523	0.7347	0.7175	0.7006	0.6842	0.6682	0.6525	0.6372	0.6223
Odúročený CF (Kč)		12165 9.9	11880 8.5	11602 3.9	11330 4.6	11064 9.0	10805 5.7	10552 3.1	10304 9.9	10063 4.7	98276 .1
ČSH (Kč)		- 69673 4.6	- 57792 6.1	- 46190 2.2	- 34859 7.5	- 23794 8.5	- 12989 2.8	- 24369. 7	- 78680. 3	- 17931 5.0	- 27759 1.1
Kumulovaný ODÚ CF		15109 86.7	16297 95.2	17458 19.1	18591 23.7	19697 72.7	20778 28.4	21833 51.6	22864 01.5	23870 36.3	24853 12.3
Rok		2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
Vstupní výdaj (Kč)											
Úspora nákladů (Kč)		23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0
Výdaje (Kč)		- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. .4	- 80471. .4
Příjmy z prodeje (Kč)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CF (Kč)		15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6	15792 3.6
Odúročitel (%)		0.6077	0.5935	0.5796	0.5660	0.5527	0.5398	0.5271	0.5148	0.5027	0.4909
Odúročený CF (Kč)		95972. 7	93723. 4	91526. 7	89381. 6	87286. 7	85240. 9	83243. 1	81292. 1	79386. .8	77526. .2
ČSH (Kč)		37356 3.8	46728 7.2	55881 3.9	64819 5.5	73548 2.2	82072 3.1	90396 6.2	98525 8.3	10646 45.1	11421 71.3
Kumulovaný ODÚ CF (Kč)		25812 85.1	26750 08.5	27665 35.2	28559 16.8	29432 03.5	30284 44.4	31116 87.5	31929 79.6	32723 66.3	33498 92.5

Zdroj: vlastní zpracování dle technické dokumentace Graff Investment s.r.o ,2021

Příloha č. 8 - Podrobná tabulka posouzení hodnocení investice FVE pro bytový dům bez akumulace a bez úvěru.

Rok	Suma	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Vstupní výdaj (Kč)	- 111759 6.0										
Úspora nákladů (Kč)	715185 0.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0
Výdaje (Kč)	- 236700 .8	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4
Příjmy z prodeje (Kč)	157103 .4	10776. 0	10393. 2	10010. 5	9627.7	9245.0	8862.2	8479.4	8096.7	7713.9	7331.2
CF (Kč)	707225 2.7	24137 4.6	24099 1.8	24060 9.1	24022 6.3	23984 3.6	23946 0.8	23907 8.0	23869 5.3	23831 2.5	23792 9.8
Odúročitel (%)		0.9766	0.9537	0.9313	0.9095	0.8882	0.8674	0.8470	0.8272	0.8078	0.7889
Odúročený CF (Kč)	501542 2.7	23571 7.4	22982 7.7	22408 4.7	21848 4.6	21302 3.9	20769 9.1	20250 7.0	19744 4.1	19250 7.3	18769 3.5
ČSH (Kč)	389782 6.7	- 88187 8.6	- 65205 0.9	- 42796 6.2	- 20948 1.7	- 3542.2	21124 1.4	41374 8.3	61119 2.4	80369 9.8	99139 3.2
Kumulovaný ODÚ CF (Kč)	501542 2.7	23571 7.4	46554 5.1	68962 9.8	90811 4.3	11211 38.2	13288 37.4	15313 44.3	17287 88.4	19212 95.8	21089 89.2
Rok		2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Úspora nákladů (Kč)		23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0
Výdaje (Kč)		- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4
Příjmy z prodeje (Kč)		6948.4	6565.6	6182.9	5800.1	5417.4	5034.6	4651.8	4269.1	3886.3	3503.6
CF (Kč)		23754 7.0	23716 4.2	23678 1.5	23639 8.7	23601 6.0	23563 3.2	23525 0.4	23486 7.7	23448 4.9	23410 2.2
Odúročitel (%)		0.7704	0.7523	0.7347	0.7175	0.7006	0.6842	0.6682	0.6525	0.6372	0.6223
Odúročený CF (Kč)		18299 9.6	17842 2.5	17395 9.6	16960 7.8	16536 4.4	16122 6.8	15719 2.3	15325 8.3	14942 2.4	14568 2.1
ČSH (Kč)		11743 92.8	13528 15.3	15267 74.9	16963 82.7	18617 47.1	20229 73.8	21801 66.1	23334 24.4	24828 46.8	26285 29.0
Kumulovaný ODÚ CF (Kč)		22919 88.8	24704 11.3	26443 70.9	28139 78.7	29793 43.1	31405 69.8	32977 62.1	34510 20.4	36004 42.8	37461 25.0
Rok		2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
Úspora nákladů (Kč)		23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0
Výdaje (Kč)		- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 10605. 2
Příjmy z prodeje (Kč)		3120.8	2738.0	2355.3	1972.5	1589.8	1207.0	824.2	441.5	58.7	0.0
CF (Kč)		23371 9.4	23333 6.6	23295 3.9	23257 1.1	23218 8.4	23180 5.6	23142 2.8	23104 0.1	23065 7.3	22778 9.8
Odúročitel (%)		0.6077	0.5935	0.5796	0.5660	0.5527	0.5398	0.5271	0.5148	0.5027	0.4909
Odúročený CF (Kč)		14203 5.1	13847 9.0	13501 1.6	13163 0.6	12833 3.9	12511 9.5	12198 5.3	11892 9.2	11594 9.4	11182 4.2
ČSH (Kč)		27705 64.1	29090 43.1	30440 54.6	31756 85.2	33040 19.1	34291 38.7	35511 23.9	36700 53.1	37860 02.5	38978 26.7
Kumulovaný ODÚ CF (Kč)		38881 60.1	40266 39.1	41616 50.6	42932 81.2	44216 15.1	45467 34.7	46687 19.9	47876 49.1	49035 98.5	50154 22.7

Zdroj: vlastní zpracování dle technické dokumentace Graff Investment s.r.o, 2021

Příloha č. 9 - Podrobná tabulka posouzení hodnocení investice FVE pro bytový dům s akumulací s úvěrem.

Rok	Suma	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Úspora nákladů	71518 50.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0
IN (Úvěrové splátky) (Kč)	- 33095 78.5	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3
Výdaje (Kč)	- 24141 42.5	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4
Příjmy z prodeje (Kč)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF (Kč)	14281 29.0	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3
Odúročitel (%)		0.9766	0.9537	0.9313	0.9095	0.8882	0.8674	0.8470	0.8272	0.8078	0.7889
Odúročený CF (Kč)	10097 87.7	46488. 6	45399. 0	44335. 0	43295. 9	42281. 1	41290. 1	40322. 4	39377. 4	38454. 4	37553. 2
ČSH (Kč)	- 22997 90.9	- 32630 89.9	- 32176 90.9	- 31733 56.0	- 31300 60.1	- 30877 79.0	- 30464 88.9	- 30061 66.5	- 29667 89.1	- 29283 34.7	- 28907 81.5
Kumulovaný ODÚ CF (Kč)	10097 87.7	46488. 6	91887. 6	13622 2.5	17951 8.4	22179 9.5	26308 9.6	30341 2.1	34278 9.4	38124 3.9	41879 7.0
Rok		2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Úspora nákladů (Kč)		23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0
IN (Úvěrové splátky) (Kč)		- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3
Výdaje (Kč)		- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4
Příjmy z prodeje (Kč)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF (Kč)		47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3
Odúročitel (%)		0.7704	0.7523	0.7347	0.7175	0.7006	0.6842	0.6682	0.6525	0.6372	0.6223
Odúročený CF (Kč)		36673. 0	35813. 5	34974. 1	34154. 4	33353. 9	32572. 2	31808. 8	31063. 3	30335. 2	29624. 2
ČSH (Kč)		- 28541 08.5	- 28182 95.0	- 27833 20.9	- 27491 66.5	- 27158 12.5	- 26832 40.4	- 26514 31.6	- 26203 68.3	- 25900 33.1	- 25604 08.9
Kumulovaný ODÚ CF (Kč)		45547 0.0	49128 3.5	52625 7.7	56041 2.1	59376 6.0	62633 8.2	65814 6.9	68921 0.2	71954 5.4	74916 9.6
Rok		2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
Úspora nákladů (Kč)		23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0	23839 5.0
IN (Úvěrové splátky) (Kč)		- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3	- 11031 9.3
Výdaje (Kč)		- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4	- 80471. 4
Příjmy z prodeje (Kč)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF (Kč)		47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3	47604. 3
Odúročitel (%)		0.6077	0.5935	0.5796	0.5660	0.5527	0.5398	0.5271	0.5148	0.5027	0.4909
Odúročený CF (Kč)		28929. 9	28251. 9	27589. 7	26943. 1	26311. 6	25694. 9	25092. 7	24504. 6	23930. 3	23369. 4

ČSH (Kč)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		25314	25032	24756	24486	24223	23966	23715	23470	23231	22997
		79.0	27.1	37.4	94.3	82.7	87.8	95.1	90.5	60.3	90.9
Kumulovaný ODÚ CF (Kč)		77809	80635	83394	86088	88719	91289	93798	96248	98641	10097
		9.5	1.4	1.1	4.2	5.8	0.7	3.4	8.0	8.3	87.7

Zdroj: vlastní zpracování dle technické dokumentace Graff Investment s.r.o., 2021

Příloha č. 10 - Podrobná tabulka posouzení hodnocení investice FVE pro bytový dům bez akumulace s úvěrem.

Rok	Suma	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Úspora nákladů	7151 850.0	2383 95.0	2383 95.0	2383 95.0	238 395.0	238 395.0	238 395.0	238 395.0	238 395.0	238 395.0	238 395.0
IN (Úvěrové splátky) (Kč)	- 167537 9.9	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0
Výdaje (Kč)	- 236700 .8	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4
Příjmy z prodeje (Kč)	1571 03.4	1077 6.0	1039 3.2	1001 0.5	962 7.7	924 5.0	886 2.2	847 9.4	809 6.7	771 3.9	733 1.2
CF (Kč)	5396 872.8	1855 28.6	1851 45.8	1847 63.1	184 380.3	183 997.6	183 614.8	183 232.0	182 849.3	182 466.5	182 083.8
Odúročitel (%)		0.97 66	0.95 37	0.93 13	0.90 95	0.88 82	0.86 74	0.84 70	0.82 72	0.80 78	0.78 89
Odúročený CF (Kč)	3830 811.3	1811 80.3	1765 68.8	1720 74.0	167 692.9	163 422.7	159 260.5	155 203.6	151 249.4	147 395.3	143 638.8
ČSH (Kč)	2155 431.4	149419 9.6	131763 0.7	114555 6.7	97786 3.8	81444 1.1	65518 0.7	49997 7.1	34872 7.7	20133 2.4	57693. 6
Kumulovaný ODÚ CF (Kč)	3830 811.3	1811 80.3	3577 49.1	5298 23.1	697 516.1	860 938.7	102 0199.2	117 5402.8	132 6652.2	147 4047.4	161 7686.2
Rok		2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Úspora nákladů (Kč)		2383 95.0	2383 95.0	2383 95.0	238 395.0	238 395.0	238 395.0	238 395.0	238 395.0	238 395.0	238 395.0
IN (Úvěrové splátky) (Kč)		- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0
Výdaje (Kč)		- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4	- 7796.4
Příjmy z prodeje (Kč)		6948 .4	6565 .6	6182 .9	580 0.1	541 7.4	503 4.6	465 1.8	426 9.1	388 6.3	350 3.6
CF (Kč)		1817 01.0	1813 18.2	1809 35.5	180 552.7	180 170.0	179 787.2	179 404.4	179 021.7	178 638.9	178 256.2
Odúročitel (%)		0.77 04	0.75 23	0.73 47	0.71 75	0.70 06	0.68 42	0.66 82	0.65 25	0.63 72	0.62 23
Odúročený CF (Kč)		1399 77.4	1364 08.7	1329 30.4	129 540.2	126 235.9	123 015.4	119 876.5	116 817.1	113 835.3	110 929.1
ČSH (Kč)		8228 3.7	2186 92.4	3516 22.8	481 163.0	607 399.0	730 414.4	850 290.8	967 107.9	108 0943.2	119 1872.3
Kumulovaný ODÚ CF (Kč)		1757 663.6	1894 072.3	2027 002.7	215 6542.9	228 2778.8	240 5794.2	252 5670.7	264 2487.8	275 6323.1	286 7252.2
Rok		2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
Úspora nákladů (Kč)		2383 95.0	2383 95.0	2383 95.0	238 395.0	238 395.0	238 395.0	238 395.0	238 395.0	238 395.0	238 395.0
IN (Úvěrové splátky) (Kč)		- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0	- 55846. 0

Výdaje (Kč)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10605.2
		7796.4	7796.4	7796.4	7796.4	7796.4	7796.4	7796.4	7796.4	7796.4	7796.4	
Příjmy z prodeje (Kč)		3120.8	2738.0	2355.3	197.2.5	158.9.8	120.7.0	824.2	441.5	58.7		0.0
CF (Kč)		1778.73.4	1774.90.6	1771.07.9	176.725.1	176.342.4	175.959.6	175.576.8	175.194.1	174.811.3	171.943.8	
Odúročitel (%)		0.60.77	0.59.35	0.57.96	0.56.60	0.55.27	0.53.98	0.52.71	0.51.48	0.50.27	0.49.09	
Odúročený CF (Kč)		1080.96.6	1053.35.9	1026.45.3	100.022.9	974.67.0	949.76.1	925.48.3	901.82.2	878.76.1	844.08.8	
ČSH (Kč)		1299.968.9	1405.304.8	1507.950.0	160.7972.9	170.5440.0	180.0416.0	189.2964.3	198.3146.5	207.1022.6	215.5431.4	
Kumulovaný ODÚ CF (Kč)		2975.348.7	3080.684.6	3183.329.9	328.3352.8	338.0819.8	347.5795.9	356.8344.2	365.8526.3	374.6402.4	383.0811.3	

Zdroj: vlastní zpracování dle technické dokumentace Graff Investment s.r.o., 2021

Příloha č. 11– Podpurná tabulka pro hodnocení investice FVE pro BD.

Výkon (%)	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91
Rok	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Roční výkon, kWh	76552	75786,48	75020,96	74255,44	73489,92	72724,4	71958,88	71193,36	70427,84	69662,32
Roční spotřeba, kWh	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000
Přebytek/ubytok, kWh	21552	20786,48	20020,96	19255,44	18489,92	17724,4	16958,88	16193,36	15427,84	14662,32
Výměna střídačů, Kč	7796,4	-	-	-	-	7796,4	-	-	-	-
Výměna baterie, Kč	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0
Celkové náklady s akumulací, Kč	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4
Celkové náklady bez akumulace, Kč	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4
Výkon (%)	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
Rok	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Roční výkon, kWh	68896,8	68131,28	67365,76	66600,24	65834,72	65069,2	64303,68	63538,16	62772,64	62007,12
Roční spotřeba, kWh	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000
Přebytek/ubytok, kWh	13896,8	13131,28	12365,76	11600,24	10834,72	10069,2	9303,68	8538,16	7772,64	7007,12
Prodej elektřiny, Kč	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Výměna střídačů, Kč	7796,4	-	-	-	-	7796,4	-	-	-	-
Výměna baterie, Kč	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0
Celkové náklady s akumulací, Kč	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4	7796,4
Celkové náklady bez akumulace, Kč	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4
Výkon (%)	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71

Rok	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
Roční výkon, kWh	61241,6	60476,08	59710,56	58945,04	58179,52	57414	56648,48	55882,96	55117,44	54351,92
Roční spotřeba, kWh	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000
Přebytek/ubytok, kWh	6241,6	5476,08	4710,56	3945,04	3179,52	2414	1648,48	882,96	117,44	648,08
Prodej elektřiny, Kč	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Výměna střídačů, Kč	7796,4	-	-	-	-	7796,4	-	-	-	-
		7796,4	7796,4	7796,4	7796,4		7796,4	7796,4	7796,4	7796,4
Výměna baterie, Kč	72675,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0	72675,0
Celkové náklady s akumulací, Kč	7796,4	-	-	-	-	7796,4	-	-	-	-
		7796,4	7796,4	7796,4	7796,4		7796,4	7796,4	7796,4	7796,4
Celkové náklady bez akumulace, Kč	80471,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4	80471,4

Zdroj: vlastní zpracování dle technické dokumentace Graff Investment s.r.o., 2021

Příloha č. 12– Vyčíslení položkového rozpočtu navrhované fotovoltaické elektrárny pro RD

Položka	Množství	Název	Cena bez DPH, v Kč	Cena s DPH, v Kč
FV panely (monokrystal, špičkový výkon 440Wp)	12	AXITEC Energy	42 400	48 760
1x Střídač (3f, hybrid)	1	GOODWE GW8K-ET	57 300	65 895
Baterie, celkem 9,6kWh (LiFePO4)	4	Pylontech H48050 - 2,4 kWh	111 200	127 880
Řídicí modul + kabely	1	BMS SC500-37	~	~
Pylonbox 18 (skříň)	1	~	~	~
Set kabelů	1	~	~	~
Elektromateriál a komponenty	~	~	20 000	23 000
Nosná konstrukce	~	~	16 700	19 205
Montážní práce FVE	~	~	31 700	36 455
Doprava a místní manipulace, BOZP	~	~	7 800	8 970
Projektová dokumentace, Stanoviska PDS, Revize, NZU (administrace žádosti a energetické hodnocení budovy), další odborné administrační úkoly	~	~	17 600	20 240
Celkem:	20 ~		304 700	350 405
Dotace nová zelená úsporám:				155 000
Celková cena po odečtení dotace:				195 405

Zdroj: vlastní zpracování dle technické dokumentace Graff Investment s.r.o ,2021

Příloha č. 13 - Vyčíslení položkového rozpočtu navrhované fotovoltaické elektrárny pro BD

Položka	Množství	Název	Cena bez DPH, v Kč	Cena s DPH, v Kč
FV panely (monokrystal, špičkový výkon 440Wp)	182	AXITEC Energy	659 200	758 080
1x Střídač 50K MT (3xMPPT/3f); 1x Střídač 25K DT (2x MPPT/3f); 1x Střídač 20K DT (2x MPPT/3f)	3	GOODWE	169 100	194 465
Baterie, celkem 9,6kWh (LiFePO4)	36	Pylontech H48050 - 2,4 kWh	947 935	1090125,25
Elektromateriál a komponenty	~	~	194 990	224 239
Nosná konstrukce a příslušenství	~	~	169 900	195 385
Montážní práce FVE	~	~	126 360	145 314
Doprava a místní manipulace, BOZP	~	~	19 693,9	22 647,5
Projektová dokumentace, Stanoviska PDS, Revize, NZU (administrace žádosti a energetické hodnocení budovy), další odborné administrační úkoly	~	~	49 970	57 465,5
Celkem:	221 ~		1 389 213,9	2 687 721,25
Dotace nová zelená úsporám s akumulací a bez akumulace:				480 000
Celková cena po odečtení dotace:				2 207 721,25

Zdroj: vlastní zpracování dle technické dokumentace Graff Investment s.r.o ,2021