

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd
Obor: Management energetiky a elektrotechniky



Varianty dotací a výnosnost investice do FVE

Variants of subsidies and investment return of FV plant

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval: Bc. Marek Kaufmann
Vedoucí práce: Ing. Martin Beneš, Ph.D.
Rok: 2020

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kaufmann** Jméno: **Marek** Osobní číslo: **439557**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Specializace: **Management energetiky a elektrotechniky**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Varianty dotací a výnosnost investice do FVE

Název diplomové práce anglicky:

Variants of subsidies and investment return of FV plant

Pokyny pro vypracování:

- 1) Popište podporovaná technická řešení instalací fotovoltaických systémů pro RD
- 2) Popište a analyzujte stávající varianty podpory fotovoltaických systémů
- 3) Vytvořte rozhodovací model pro návrh FVE
- 4) Vytvořte výpočetní modely pro jednotlivé varianty podpor

Seznam doporučené literatury:

1. Haselhuhn R.: Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu, HEL, 2011, ISBN 978-808-6167-336.
2. Vojáček A.: Začínáme s fotovoltaickými panely, 2009. Online: <https://oze.tzbinfo.cz>
3. Brealey R. A., Myers S. C., Allen F.: Principles of Corporate Finance, 10th edition, McGraw-Hill, 2011.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Martin Beneš, Ph.D., katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd FEL

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

Datum zadání diplomové práce: **06.02.2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **22.05.2020**

Platnost zadání diplomové práce: **30.09.2021**

Ing. Martin Beneš, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Praze dne
Bc. Marek Kaufmann

Poděkování

Jako autor bych rád poděkoval veškerým osobám, které se podílely na vzniku této práce. Mezi ně patří vedoucí práce pan doktor Beneš, má rodina a slečna Syslová. Různorodé působení zmíněných osob umožnilo tvorbu této práce.

Bc. Marek Kaufmann

Název práce:

Varianty dotací a výnosnost investice do FVE

Autor: Bc. Marek Kaufmann

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Obor: Management energetiky a elektrotechniky

Druh práce: Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Martin Beneš, Ph.D.

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd, Fakulta elektrotechnická, České vysoké učení technické v Praze

Konzultant: –

Abstrakt: Cílem diplomové práce je analýza dotačního programu, který poskytuje prostředky na instalaci nových fotovoltaických zdrojů. Získané informace budou použity k tvorbě grafického rozhodovacího modelu, který bude posuzovat nárok na získání dotace. Na jeho základě bude vytvořena funkční verze zmíněného modelu. Po dokončení prací na rozhodovacím modelu vznikne model výpočetní. Jeho cílem bude analýza výnosnosti zadané instalace. Součástí modelu budou podporovaná technická řešení fotovoltaických systémů v České republice.

Klíčová slova: Fotovoltaika, NZU, Investice, FVE, Výnosnost

Title:

Variants of subsidies and investment return of FV plant

Author: Bc. Marek Kaufmann

Abstract: The aim of the diploma thesis is the analysis of the subsidy program, which provides funds for the installation of new photovoltaic sources. The obtained information will be used to create a graphical decision-making model that will assess the entitlement to obtain a subsidy. Based on it, a functional version of the mentioned model will be created. After completing the work on the decision model, a calculation model will be created. Its goal will be to analyze the profitability of a given installation. The model will include supported technical solutions for photovoltaic systems in the Czech Republic.

Key words: Photovoltaics, NGS, Investment, FV plant, Profitability

Obsah

Úvod	9
1 Fotovoltaika	11
1.1 Princip	11
1.2 Typy článků	12
1.3 Prvky instalace	13
1.4 Výstup systému	15
1.5 Způsob instalace	16
1.5.1 Ostrovní režim	17
1.5.2 Připojení k soustavě	17
2 Legislativa	21
2.1 Energetický zákon	21
2.2 Podmínky připojení k elektrizační soustavě	22
2.3 Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů	24
2.4 Shrnutí	24
3 Technická řešení podporovaných fotovoltaických systémů	25
3.1 Akumulace do vody	25
3.2 Rozšířená akumulace do vody	28
3.3 Akumulace do baterie	28
3.4 Využití přebytků v tepelném čerpadle	29
4 Podpora fotovoltaiky	31
4.1 Výkupní cena a Zelený bonus	31
4.1.1 Výkupní cena	32
4.1.2 Zelený bonus	32
4.2 Nová zelená úsporám	33
4.2.1 Rodinné domy	34
4.2.2 Bytové domy	37
4.2.3 Žádost	39
4.2.4 Odborný posudek	40
4.2.5 Budoucnost programu	41
5 Rozhodovací model	43
5.1 Teorie	43
5.2 Tvorba	47

6	Výpočetní modely	51
6.1	Vstupní data	51
6.2	Výpočet jednotlivých variant	54
6.2.1	Varianty nepřipojené k distribuční síti	54
6.2.2	Varianty připojené k distribuční síti	55
6.3	Tvorba	56
7	Reálný příklad	57
	Závěr	65
	Literatura	66
	Přílohy	72
A	Grafický rozhodovací model	73

Úvod

Žijeme ve světě, kde jsme svědky neustálého pokroku. Do počátku 20. století neexistovaly například pračky, a tak lidé museli trávit dlouhé hodiny úmornou prací, která je dnes nahrazena strojem, který požadovanou práci vykoná. Nebo si vezmeme automobil, jenž bereme dnes jako samozřejmost. Vynález automobilu umožnil významně zkrátit dobu, kterou trvalo dopravit objekt z bodu A do bodu B. Takovýmto výčtem příkladů bych mohl pokračovat poměrně dlouhou dobu, ale ať už nahrazujeme či zjednodušujeme jakoukoliv lidskou činnost, vždy k tomu potřebujeme nějaký jiný druh energie, který nejčastěji pomocí specifických zařízení a postupů transformujeme na jiný druh energie, který bude kompatibilní s navrženým přístrojem. Tím, jak navyšujeme četnost těchto činností, dochází rovněž k navyšování spotřeby energie, kterou je tedy nutné zajistit ve větším množství. Tedy s každým dalším nahrazením je nutné ověřit kapacitu stávajících zdrojů, případně tuto kapacitu navýšit. Na zlepšování a zrychlování lidských činností stroji by bývalo nebylo nic špatné, kdyby neexistovaly vedlejší produkty při přeměně energií. Ačkoliv to nelze tvrdit o všech procesech, nalezneme u dominantního množství výrobních procesů emise, které jsou rozhodně nežádoucí. Vezmeme si příklad nejrozšířenějšího zdroje pro výrobu nejenom elektrické energie u nás. [20] Je jím hnědé uhlí, které je v uhelné elektrárně spalováno v kotli, kde spalováním dochází k uvolňování energie z uhlí, která je předána vodě, která se současně mění v páru v parogenerátoru. Tento plyn následně putuje k parní turbíně. Pára, která je nositelem energie roztočí turbínu. K této turbíně je připojen alternátor, který vyrobí elektrickou energii. Vidíme tedy, že proces získávání požadovaného druhu energie není úplně nejlehčí. Nicméně podívejme se teď na celý proces poněkud jinak. Elektrárna potřebuje ke svému chodu uhlí. Je velmi nepravděpodobné, že by elektrárna byla situována tak, aby nebylo potřeba nějakým způsobem komoditu do elektrárny dopravit. K tomu, aby elektrárna mohla vůbec pracovat, je tedy potřeba nějaká forma energie, která uhlí na požadované místo doručí. Nyní pro zjednodušení myšlenky přeskočme rovnou do kotle, kde se uhlí spaluje. Tady dochází, k již zmíněné přeměně chemické energie na tepelnou neboli spalováním uhlí ohříváme vodu, ze které vznikne následně pára. Pára nám roztočí turbínu, která je spojena alternátorem a vznikne tedy energie elektrická. Během popisovaných přeměn energie dochází v závislosti na vstupu k produkci určitého množství nežádoucích produktů, mezi nimiž nejdeme CO_2 , SO_2 , NO_2 a další. Dobré, ale nepříliš šetrné řešení k životnímu prostředí. Výrobou energie, tepla, a i jiných forem energie, které člověk používá negativně ovlivňujeme naše okolí, ale i nás samotné. Výroba energie, která produkuje emise je dnes bouřlivě diskutované a důležité téma do něhož se zapojují nejen odborníci, ale rovněž i laici. Debata na toto téma je zejména probírána v Evropské unii, která si v tomto ohledu

stanovila velmi ambiciózní cíl. Do roku 2050 se chce stát uhlíkově neutrální, čímž by se stala prvním celkem, který takového počínu dosáhl. Naplňování takového plánu vyžaduje však výraznou a rychlou změnu. Tu již pocítujeme napříč všemi sektory, a to v podobě směrnic, nařízení a jiných legislativních nástrojů. Příkladem může být regulace množství vypouštěných látek, či emisní povolenky. Dochází k postupnému zpřísnování těchto limitů, a to v takovém měřítku, že pro některé podniky a způsoby výroby energie to bude znamenat konečnou. Nicméně jestliže dojde k uzavření dosavadních zdrojů, bude je nutné nahradit. A co teprve když dojde k nárůstu spotřeby, což je s rozvojem elektromobility nevyhnutelné. Výsledkem bude tedy proměna současných energetických mixů jednotlivých států. Některé se na tuto změnu adaptují lépe díky například jejich geografickému umístění či rozvinutému průmyslu. Jiné musejí hledat alternativy a nové příležitosti. Případ České republiky se rovněž nebude řadit mezi ty poklidné. Jenom v roce 2018 u nás tvořily uhelné elektrárny 57 % z celkově instalovaného výkonu. Dalšími 37 % se na celku podílely jaderné elektrárny, ohledně kterých běží spory v rámci jejich ekologičnosti a bezpečnosti. [20] Dosažení uhlíkové neutrality tedy bude ale určitě znamenat vyřazení všech elektráren, které k výrobě využívají hnědé nebo černé uhlí, plyn, ropu či jiné fosilní palivo a nahrazení jich obnovitelnými zdroji energie. Prvním typem obnovitelného zdroje energie je vodní elektrárna, využívající výškových rozdílů hladin. Další typ je větrná elektrárna, která zužitkovává proudění vzduchu. Dále známe způsob výroby energie pomocí bioplynu, který je produkován v bioplynových stanicích rozkladem organického materiálu či přímé spalování biomasy jako takové. Běžný člověk si jen stěží může dovolit vlastní vodní elektrárnu či bioplynovou stanici, což je společnou vlastností dosud vyjmenovaných obnovitelných zdrojů. Dalším nejmenovaným zdrojem obnovitelné energie je sluneční. energii produkovanou naší hvězdou jsme schopni zachytávat pomocí fotovoltaických panelů, kde zjednodušeně řečeno dopadající fotony ze slunečního záření vytváří nerovnováhu v použitém polovodiči a uvolňují elektrony, čímž vzniká elektrický proud. Rozmach tohoto typu výroby elektrické energie je patrný po celém světě, a to jak v měřítku malých elektráren pro rodinné domy, tak i velkých projektů typu 1,8 GW fotovoltaické elektrárny v Egyptě. [1] Zajímavým způsobem uplatnění tohoto zdroje je instalace panelů na střechy domů, čímž dochází k efektivnímu využívání plochy, která by jinak byla nevyužitá. V roce 2017 u nás tyto zdroje energie tvořily přes 9 % celkově instalovaného výkonu, celosvětový průměr pak byl 5,7 %. [5] I přesto že se jedná z pohledu ceny asi o nejdostupnější obnovitelný zdroj energie, je cena pro běžného spotřebitele stále vysoká a doba návratnosti může ve špatně navržených systémech přesáhnout i samotnou životnost instalace. Motivací pro tvorbu této práce byl jeden z projektů instalace fotovoltaického systému na rodinném domě. Získaná energie je zde použita pouze k ohřevu vody a není tedy nutné používat pro tento účel energii ze sítě. Tato instalace dokonce získala dotační podporu ve výši 37 % investovaných prostředků. Realita je ovšem taková, že projekt je ztrátový. Důvodem v tomto případě je zvolený typ instalace. Solární panely dodávají energii, když na ně dopadá světlo, což se děje během dne. Tato energie ohřívá vodu. Problém nastává v ten moment, když je tato voda využívána večer, kdy už světlo není. Nově dopouštěná voda do bojleru bude v tu chvíli stěží ohřáta ze solárního systému, který v tu dobu již energii nevyrábí. Cílem této práce je tvorba modelu, díky kterému bude možné se takové situaci vyvarovat.

Kapitola 1

Fotovoltaika

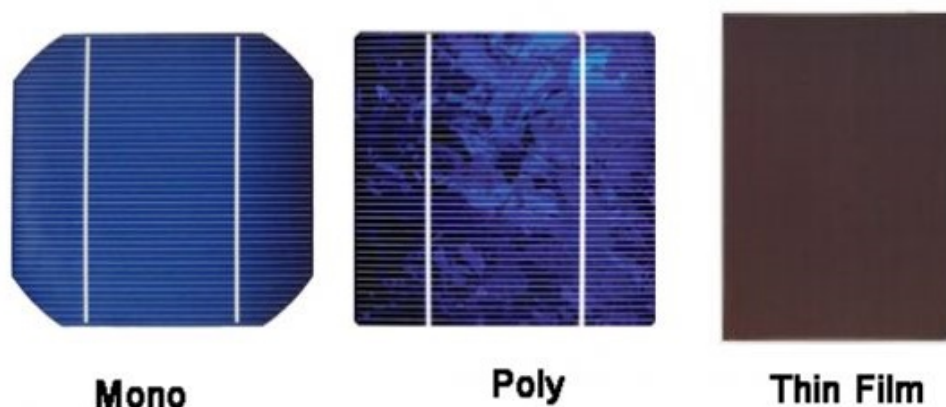
Na začátku práce bych rád zmínil předmět investice, a tedy fotovoltaické systémy. Naznačím princip, díky kterému dochází k výrobě elektrické energie skrze fotovoltaické panely. Dále zmíním typy používaných článků, důležité parametry a způsoby zapojení.

1.1 Princip

Solární panely jsou tvořeny články, které jsou složeny ze dvou různých polovodičových vrstev. Společnou vlastností polovodičů je, že za běžných podmínek nemají volné elektrony jinými slovy jsou nevodivé. Aby se staly vodivými, je potřeba energie, která naruší dosavadní vazby. Nejčastěji používaným polovodičem v případě fotovoltaiky je křemík. V našem případě dopadají fotony, což je energie v podobě elektromagnetického záření, jehož zdrojem je naše nejbližší hvězda, na přední stranu panelů. Zde může dojít k oddělení elektronu vazby příslušného atomu polovodiče, a tedy v případě jeho uvolnění je nahrazen dírou, která se chová jako kladný náboj. Volný elektron putuje k přední straně článku, zatímco díra putuje k zadní straně a tím vzniká mezi stranami článku napětí. Strany slouží jako elektrody, odkud je vyrobená energie odváděna k místu spotřeby. Zadní strana bývá provedena jako jedna velká elektroda. Oproti tomu přední strana je tvořena slabou mřížkou, aby zakrývala co nejmenší plochu a na panel dopadalo co nejvíce slunečního záření. To však není využíváno ze 100 %. Tento fakt si můžeme ukázat na krystalicko křemíkovém solárním článku, kde se využitelnost dopadajícího záření pohybuje pod 20 %. Vrchní zastínění zmíněnou mřížkou tvoří asi 3 % celkových ztrát. Nejvíce potenciální energie je ztraceno díky vlastnostem dopadajícího záření. To může mít nedostatečnou malou energii v případě dlouhovlnného záření, nebo naopak příliš vysokou energii krátkovlnného záření. Kombinace těchto faktorů způsobuje i více jak 50% ztráty. Rekombinace, což je případ, kdy nedojde k žádoucímu uvolnění částic se podílí na ztrátách necelými 10 %. Poslední část tvoří tepelné ztráty a spád potenciálu, kde hovoříme přibližně o 20 %. [12]

1.2 Typy článků

Současná doba nám nabízí několik druhů fotovoltaických panelů, respektive článků, ze kterých jsou složeny. Každý typ má svoje specifika. Na obrázku 1.1 lze vidět tři běžně používané typy článků. Jsou jimi monokrystalický, polykrystalický a tenkovrstvý článek. [12]



Obrázek 1.1: Druhy fotovoltaických panelů [19]

Krystalické články

Dnes nejvíce rozšířenou variantou instalovaných fotovoltaických panelů jsou panely 1. generace, které obsahují články označované jako krystalické. Vyznačují se účinností okolo 15 % a vysokou pořizovací cenou. Tyto články dále dělíme do dvou podskupin, a to sice na monokrystalické a polykrystalické články.

Monokrystalický článek Název toho typu napovídá, že se jedná o článek tvořený pouze jedním krystalem, což je i patrné na obrázku 1.1 vlevo. Zde si můžeme povšimnout totožného odstínu panelu ve všech místech, což je způsobeno právě monokrystalickými články. Běžná účinnost se pohybuje okolo 16 %, nicméně lze dosáhnout hodnoty o několik jednotek lepší účinnosti. [12]

Polykrystalický článek Je opakem monokrystalického, a tedy článek se skládá z více krystalů. Tohoto faktu si opět můžeme povšimnout na obrázku 1.1. Jeho výroba je oproti monokrystalickému jednodušší a levnější, a to díky nižšímu množství odpadů. Nicméně je to vykoupeno jeho nižší účinností, která je řádově 14 %. [12]

Tenkovrstvý článek

Tento typ se vyznačuje oproti již jmenovaným nižší spotřebou materiálů a energie při jeho výrobě, nicméně nevýhodou v porovnání s nimi je nižší účinnost. Jejich

uplatnění se tedy nabízí tam, kde není kladen důraz na optimální využití plochy. Mezi zástupce tenkovrstvých článků řadíme amorfní křemíkové články, mikromorfní solární články, články CIS a články na bázi teluridu kademnatého. Panely tohoto typu jsou označovány jako 2. generace fotovoltaických článků. [12]

Vícevrstvý článek

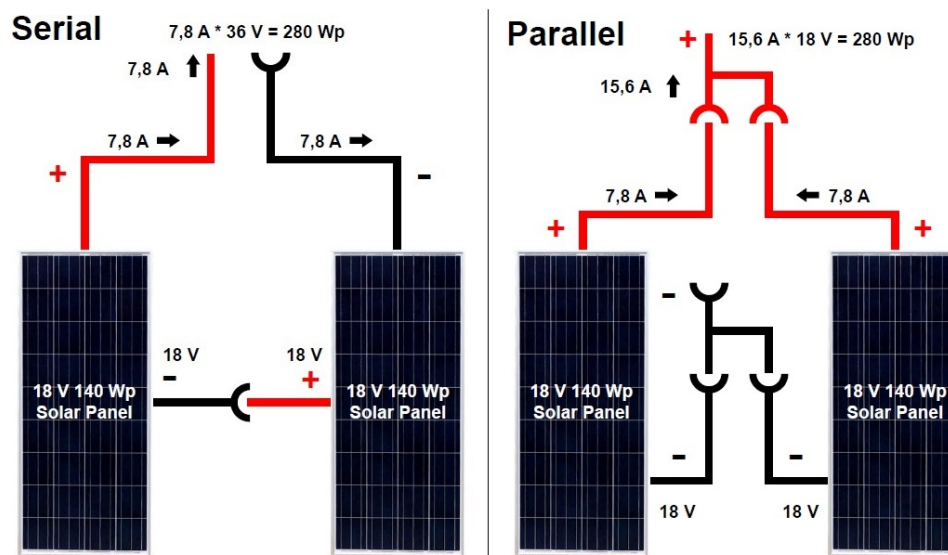
3. generace článků, která v současné době stále prochází vývojem, se snaží eliminovat problém panelů 1. generace. Tento článek obsahuje několik vrstev, přičemž každá z vrstev je schopna pracovat se světlem o různé vlnové délce, což má za důsledek větší produkci elektrické energie. Zástupcem této kategorie je například mikrokrytalický článek, kde je teoreticky možné dosáhnout až 35% účinnosti, což je již značný posun oproti zmíněné první generaci. [18]

1.3 Prvky instalace

Celý systém výroby elektřiny pomocí slunečního záření se skládá z více částí, než jsou samotné fotovoltaické panely. Jejich množství a typ se liší v závislosti na typu a způsobu instalace. Na následujících řádcích tedy postupně vyjmenuji ty nejdůležitější a začnu právě samotným panelem.

Fotovoltaický panel

Fotovoltaický panel je tvořen několika desítkami solárních článků. Jednotlivé panely lze spojovat do větších celků, čímž zvyšujeme výkon systému. Toto propojení může být realizováno buď sériově, paralelně anebo kombinací obou zmíněných možností. Pokud budou panely spojovány do série jako v levé části obrázku 1.2, budeme zvyšovat výstupní napětí systému, což může být ku prospěchu v případě, že se chceme přiblížit určité napěťové hladině. Nevýhodou tohoto zapojení je možné snížení výkonu celé soustavy. Výkon soustavy je totiž dán jako součin výstupního napětí a proudu. Jeho výstupní hodnota odpovídá proudu, který je naměřen na nejhůře osvětleném prvku. A může tedy nastat situace, kdy bude některý z prvků zcela zakryt a výstup systému bude nulový. Další možností je paralelní spojení panelů, kde naopak dochází k navyšování výstupního proudu jako je tomu na obrázku 1.2 vpravo. Posledním typem je kombinované zapojení, které využívá obou zmíněných možností. [27]



Obrázek 1.2: Typy zapojeni [9]

Uložení panelů

Důležitou součástí instalace je způsob, jakým budou panely uchyceny. Řadíme sem instalační profily, úchyty a jiný montážní materiál. Mezi funkce této části patří nejenom zabezpečení panelů proti pohybu, ale rovněž i volba sklonu společně s azimutem. Zatímco dodržení optimálního sklonu a azimutu nám garantuje nejlepší možné výsledky, nastává nezdárka situace, kdy je pro vlastníka důležitější zachovat sklon střechy a je ochoten přijmout tyto ztráty nebo se investice do uložení panelů odpovídající optimálním podmínkám jednoduše nevyplatí.

Regulátor

Elektrický proud, který získáme z fotovoltaických panelů je stejnosměrný. Aby byl výstup z panelů použitelný, je nutné tento proud transformovat na střídavý. K tomu slouží měnič neboli regulátor, kde je sledován parametr účinnosti této přeměny. U lepších modelů nalezneme funkci pro sledování maximálního bodu výkonu. Ta průběžně optimalizuje přeměnu stejnosměrného proudu na střídavý, tak aby se účinnost blížila k maximu. Právě tato funkce je dnes vyžadována v rámci dotačního programu, o kterém pojednává kapitola Nová zelená úsporám.

Akumulace

Každý systém, který nedodává energii do distribuční soustavy či ji okamžitě nespoteblovává, by měl být vybaven nějakým typem uložení, kam se vyrobená energie bude ukládat. Může jím být například akumulátor, kam je energie ukládána pro

pozdější využití. Dalším zástupcem může být jednotka určená k ohřevu vody, kde vyrobená energie realizuje výrobu teplé užitkové vody. Případně lze obě možnosti sloučit či využívat v kombinaci s připojením do distribuční soustavy, kam budou případné přebytky energie předávány.

Ostatní

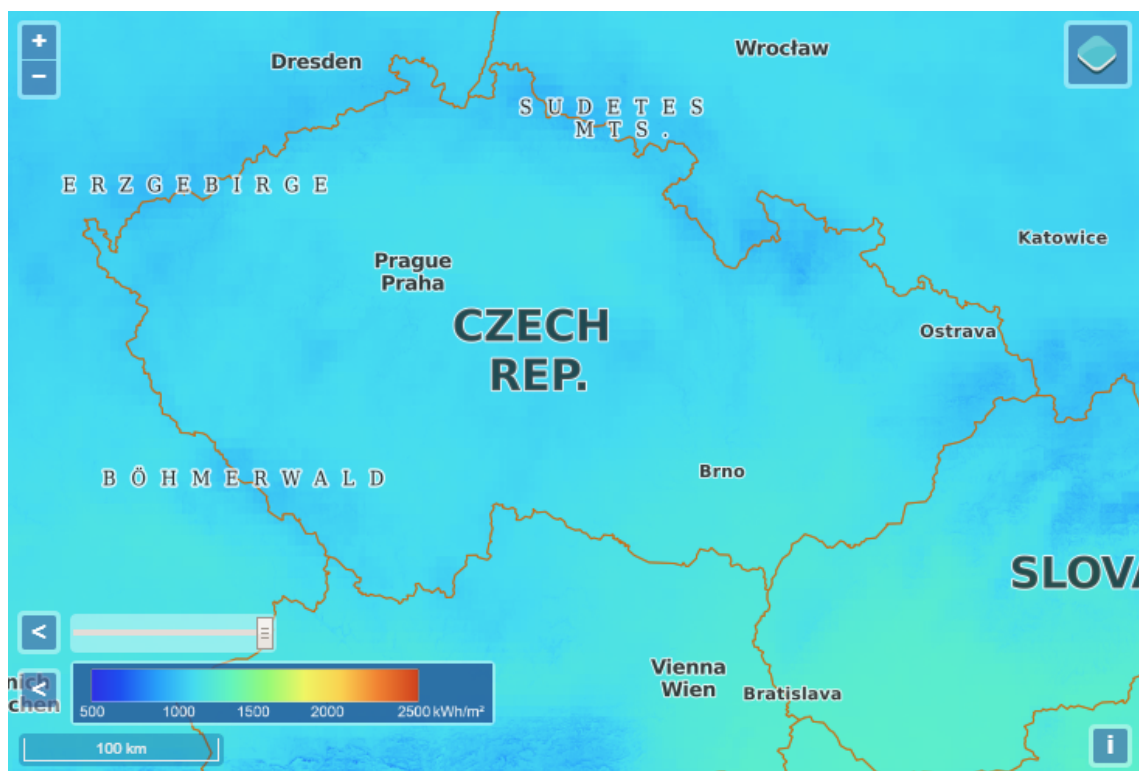
Instalace dále obsahuje jiné elektrosoučástky, mezi něž můžeme zařadit propojení mezi jednotlivými panely, kabeláž od panelů k regulátoru a mnohé další, bez nichž by systém nebyl plně funkční.

1.4 Výstup systému

Hlavním důvodem, proč realizovat výstavbu fotovoltaického systému je výroba energie, která může být buď použita k pokrytí vlastní spotřeby či předána do sítě. Avšak bez informace o množství této energie by se jen málo kdo takovým investičním rozhodnutím vůbec zabýval. Množství vyrobené energie je závislé na místě, kde investici realizujeme a současně na technických parametrech instalace.

Dopadající záření

Velmi důležitým vstupem pro jakoukoliv fotovoltaickou elektrárnu je množství slunečního záření, které na danou oblast v průběhu roku dopadá. Tento údaj se bude rozhodně lišit například pro oblast rovníku a kupříkladu místům ve Skandinávii. Nicméně otázkou je, jak získat relevantní údaje o množství dopadajícího záření pro nějakou lokalitu. Samozřejmě nemáme schopnosti a technologie na to, abychom mohli s přesností určit jaké množství záření bude jaký den na oblast dopadat, což je obecně problém výroby závislé na počasí. Pomůckou nám může být databáze, která tento stav v průběhu roku pro vybranou lokalitu popisuje jako na obrázku 1.3. Tento projekt vznikl ve Společném výzkumném středisku Evropské komise, jenž sídlí v Itálii. Tato databáze se nyní nachází již v její 5. verzi. Tato organizace kontinuálně sbírá data spojená se slunečním zářením a zpřesňuje tak modely, které tyto údaje využívají ve svých výpočtech. [21]



Obrázek 1.3: Zužítkovatelná energie na oblast České republiky [21]

Vlastnosti instalace

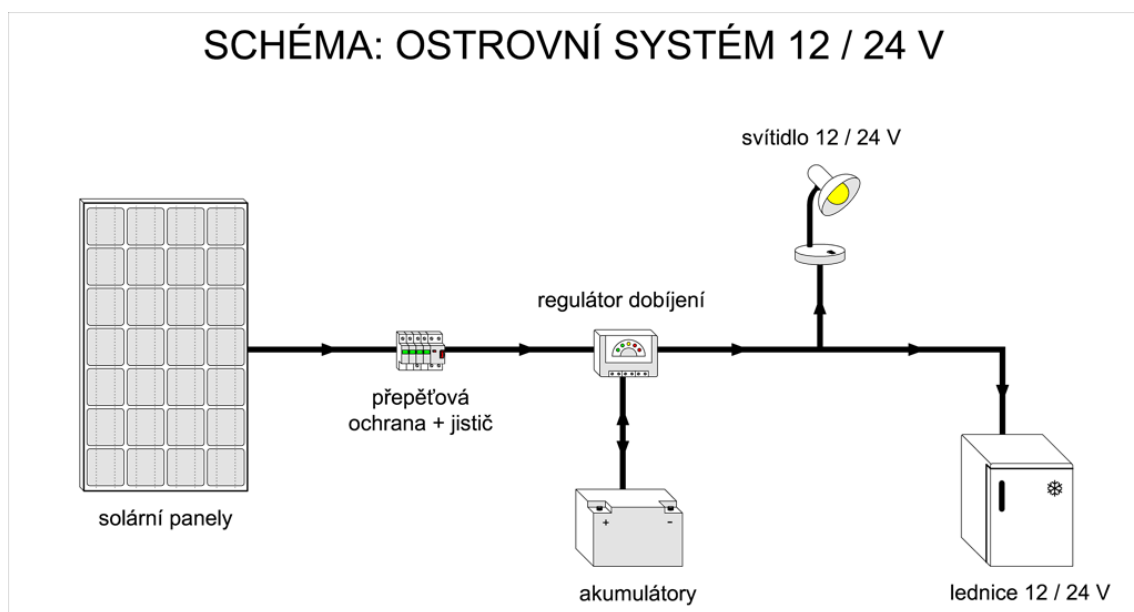
Když již známe dopadající množství energie, zbývá nám zjistit, jakou část z toho množství dokážeme přeměnit do pro nás využitelné podoby neboli elektrického proudu. U samotné instalace nás zajímá, kolik daný systém vyprodukuje elektrické energie, kterou později využijeme nejrůznějšími způsoby. Začněme tedy postupně. Základem je uložení panelů, kde nás konkrétněji zajímá úhel sklonu a azimut. Dalším faktorem je účinnost panelů, která stanoví, jaká část dopadajícího světla bude využita. Samozřejmě nás zajímá plocha, na kterou bude energie dopadat neboli instalovaný výkon. Posledním vstupem je účinnost přeměny stejnosměrného proudu na střídavý.

1.5 Způsob instalace

Zde přichází pro rozhodovatele jeden z nejdůležitějších verdiktů. Způsob, jakým bude vyrobená elektřina zužítkována často rozhoduje o tom, jestli investiční rozhodnutí je z finančního hlediska racionální. Způsobů zapojení je nespočet, nicméně můžeme je obecně řadit do kategorií a sice na ty, které jsou připojeny do elektrizační soustavy a na ty, které nejsou.

1.5.1 Ostrovní režim

Takový to režim instalace se vyznačuje tím, že je oddělen od distribuční sítě. Energie vyrobená v tomto systému musí být zároveň ve stejném systému zužitkována. Příkladem může být akumulace vyrobené energie do vody. V nádrži na vodu je topné těleso, které energii předává vodě a dochází k jejímu ohřívání. Dalším typem je standardní uložení energie do akumulátoru, odkud může být později čerpána.

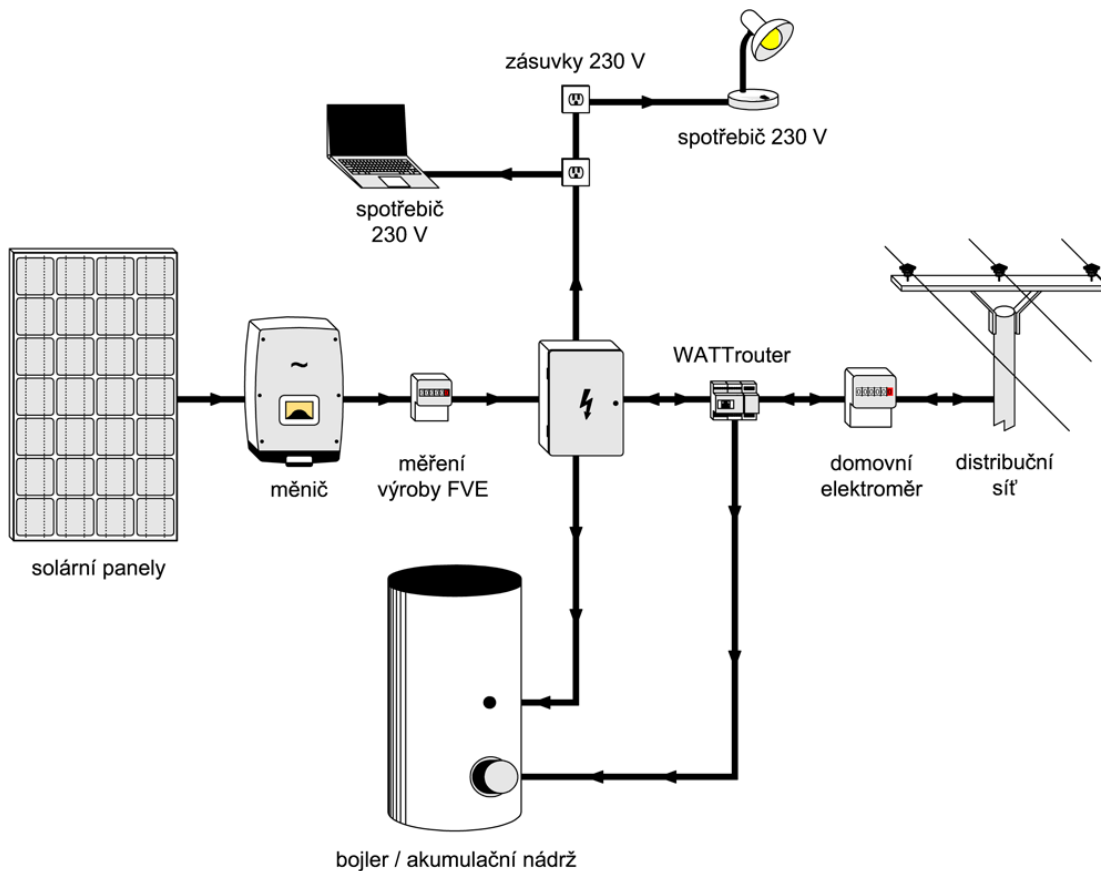


Obrázek 1.4: Příklad systému v ostrovním režimu [22]

1.5.2 Připojení k soustavě

V případě tohoto systému je instalace připojena do elektrizační soustavy. Tento systém lze provozovat v režimu akumulování energie a v případě nadbytečné energie předávat do soustavy. Ukázka tohoto typu zapojení je demonstrována na obrázku 1.5. Později v kapitole 4 zjistíme, že právě připojení do distribuční soustavy bude klíčové pro získání podpory. Z té lze v případě nedostatku energie odebírat, ale rovněž v opačném případě jí do sítě dodávat. Dodávání energie do sítě lze realizovat sám za sebe, či ve spolupráci s nějakým z dodavatelů energie. Ať už se rozhodneme jakkoliv, obě zmíněné varianty budou vždy nějakým způsobem připojeny k distribuční soustavě. V následujících odstavcích popíšeme obě varianty a jejich možnosti.

SCHÉMA: FVE S ŘÍZENÍM VLASTNÍ SPOTŘEBY



Obrázek 1.5: Příklad systému připojeného k distribuční soustavě [22]

Bez dodavatele energie

V případě, kdy nebudeme chtít uzavřít smlouvu na prodej přebytků s nějakým z dodavatelů, který si řeší prodej této elektřiny sám, a současně chceme být připojeni k distribuční soustavě, máme dvě možnosti, jak se připojit. První možností je situace, která se nazývá standardní režim připojení. Zde budeme neupotřebenou elektřinu prodávat do distribuční sítě. Druhý případ je poté znám jako zjednodušený režim, který neumožňuje realizovat příjmy z nevyužité energie. Ať už zvolíme jakoukoliv možnost, nemine nás sepsání smlouvy o připojení k distribuční soustavě a eventuálně i dodání studie připojitelnosti. Legislativní náležitosti jsem popsal v samostatné podkapitole 2.2.

Standardní režim Výše jsem naznačil, že tento způsob připojení k distribuční soustavě umožňuje generovat zisky z dodávky přebytků energie do sítě. Prostředky

a jejich způsob získání, jsou závislé na datumu uvedení zdroje do provozu, což jsem rozvedl v pozdější podkapitole 4.

Zjednodušený režim Podstatou této varianty je to, že byt bude instalace připojena k distribuční soustavě, žádná energie zpeněžována nebude.

S dodavatelem energie

Pokud bychom si zvolili variantu spolupráce s nějakým z dodavatelů, musíme znát za jakých podmínek je tato spolupráce možná. V současné chvíli tuto spolupráci nabízí E.ON, ČEZ a Bohemia Energy. U uvedených dodavatelů najdeme společné podmínky, které umožňují zapojení pouze vybraných instalací. Mezi tyto podmínky řadíme datum připojení instalace k distribuční soustavě, které musí být po 1.1.2016. Dále majitelé těchto instalací nesmí vlastnit licenci na výrobu elektřiny a instalovaný výkon daného systému musí být maximálně 10 kWp. Největší výhodou spolupráce s nějakým z těchto dodavatelů je zjednodušená administrativa, a to zejména v oblasti zúčtování odchylek, kde tuto odpovědnost přebírají právě zmínění dodavatelé. Rovněž máme jistotu, že nadbytečná energie bude vždy nějakým způsobem uplatněna, což může být paradoxně i ku škodě, což vychází z poplatků, které dodavatelům platíme. V rámci těchto poplatků a dalších podmínek už dochází k diferenciaci a rozvedu tedy každého zvláště.

E.ON Společnost E.ON nabízí produkt, jehož název je “Virtuální baterie”. Jako jediná společnost má mezi podmínkami, že systém, který bude energii dodávat, musí být instalovaný právě touto společností. Smlouva na dodávku energie se uzavírá minimálně na 1 rok. Sledovací období trvá od 1.4. do 31.3. následujícího roku. Během tohoto období je sledováno, jaké množství energie zákazník dodá do sítě. Na základě tohoto množství je následně zákazníkovi účtován poplatek za využití virtuální baterie. Každý zákazník začíná s nejnižší možnou kapacitou a to 1 MWh. K jejímu zvýšení dojde automaticky, pokud bude stávající kapacita překročena, a to následující měsíc. Snížení kapacity lze provést na konci sledovacího období. Tabulka 1.1 zobrazuje ceník spojený s využíváním virtuální baterie. energii, která je uložena ve virtuální baterii, může zákazník kdykoliv čerpat. V případě čerpání této energie není zákazníkovi účtována cena silové energie, ale pouze distribuční část ceny společně s daní. [24]

Tabulka 1.1: Ceník za využití virtuální baterie [24]

Kapacita baterie [MWh]	Měsíční platba [Kč]
1 MWh	49
2 MWh	99
3 MWh	149
4 MWh	199
≥ 4 MWh	499

ČEZ V případě společnosti ČEZ je produkt nazván “Elektrina pro soláry od ČEZ”. Na rozdíl od E.ON není podmínkou, aby systém byl instalován právě touto společností. Naopak je zde delší fixace smlouvy, a to sice na 3 roky. Za ukládání energie do virtuálního akumulátoru nic neplatíme. Opačně se pak platí za silovou elektřinu, na kterou ale ČEZ poskytuje 40% slevu. Cena silové energie se ponížší o slevu, která se vypočte podle níže uvedeného vzorce

$$sleva = E_D \times K \times P$$

E_D představuje objem dodané energie do sítě. Ten však nemůže být větší, než je právě množství energie spotřebované. K je slevový koeficient, jehož hodnota je 40% a P je výchozí cena silové elektřiny. Ostatní poplatky zůstávají beze změny. [6]

Bohemia Energy Poslední možností je “Bonus S-POWER” od společnosti Bohemia Energy. Stejně jako v případě společnosti ČEZ není nabídka limitována na systémy právě od tohoto dodavatele. Rozdíl nalezneme i u minimální doby trvání kontraktu, kde v případě Bohemia Energy je smlouva uzavřena na dobu neurčitou. Za ukládání energie zde platíme jako v případě společnosti E.ON. Poplatek za každou uloženou MWh činí 363 Kč a neplatí se tedy měsíčně jako tomu je u společnosti E.ON. Navíc pokud realizaci instalovaného systému bude zajišťovat Bohemia Energy, nebo její partner, budeme od tohoto poplatku na 2 roky osvobozeni. Elektřinu následně nečerpáme zvýhodněně zpět, ale je od nás vykupována za cenu, která je stanovena vnitrodenním trhem s elektřinou. V následném vyúčtování je o tuto sumu příjmů z dodané elektřiny faktura ponížena. [2]

Kapitola 2

Legislativa

S pokrokem v segmentu fotovoltaiky se její dostupnost značně zvýšila a cena naopak snížila, což má důsledek to, že se tato technologie objevuje na střeších a pozemcích v našem okolí čím dál více. Výroba, přenos i distribuce elektrické energie je v České republice regulována a před samotnou realizací investice je potřeba dosáhnout shody s legislativními požadavky. V této kapitole budou probrány právní úskalí, které nás na cestě k pořízení fotovoltaického systému mohou potkat.

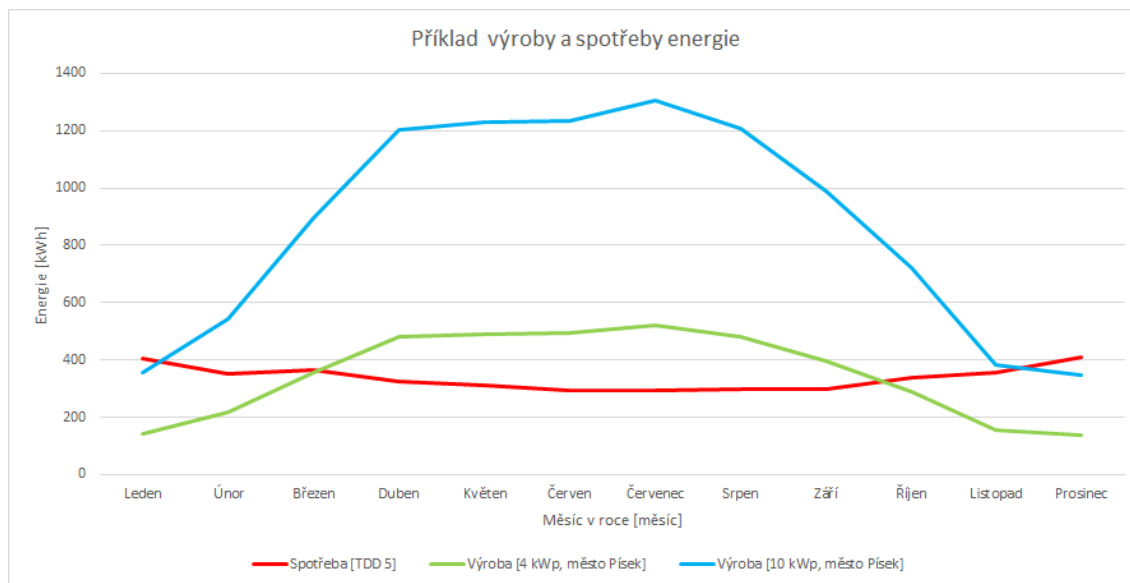
2.1 Energetický zákon

Přesněji psáno Zákon č. 458/2000 Sb. ve verzi 29 je dokument, který definuje účastníky trhu s energiemi, jejich práva a povinnosti. Dále budou probrány části, které by mohly ovlivnit projekt investice do fotovoltaického systému. Informace uvedené níže byly čerpány ze zmíněného dokumentu.

K provozování určitých činností v energetice je nutné vlastnit licenci. Tu vydává Energetický regulační úřad. Mezi činnosti, u kterých je licence požadována patří právě i výroba elektřiny, kde licence je vydána na nejvýše 25 let, a po expiraci lze požádat o její prodloužení. Vydání této licence je nárokové, jinými slovy licence bude subjektu vydána při splnění stanovených podmínek. Mezi ně se řadí plná svéprávnost, bezúhonnost, odborná způsobilost či ustanovení zástupce a prokázání finančních a technických předpokladů k zajištění bezproblémového výkonu činnosti. V průběhu držení této licence může dojít k jejímu pozměnění či zániku v závislosti na nastalých změnách. Tyto případy definují paragrafy 9 a 10. Vydání licence v případě zdroje s výkonem menším či rovným 1 MW je spojeno s poplatkem 1 000 Kč. Nad tento výkon musíme počítat s částkou 10 000 Kč. [8]

Nicméně existuje zde zároveň řada odstavců, které nutnost vlastnit licenci upravují. Například §3 odstavec 3 stanovuje, že nutnost mít licenci se nás netýká v případě, že instalovaný výkon bude menší nebo roven 10 kW, přičemž tato energie je určena primárně pro vlastní spotřebu a zároveň v dané lokalitě nevyrábíme energii dalším způsobem. V návaznosti na tuto skutečnost jsou v současné době i nastaveny dotace, které počítají s pořizováním právě takových systémů, což významně zjednodušuje

proces investice do fotovoltaiky. V roce 2019 byla nejvyšší průměrná roční spotřeba elektrické energie dle dostupných dat zaznamenána v jižních Čechách a to sice 4 040 kWh. K tomu, abychom za rok vyrobili stejné množství energie by nám například ve městě Písek stačil systém s instalovaným výkonem 4 kWp při 14% ztrátách. Nicméně takový systém by nebyl schopný pokrýt veškerou měsíční spotřebu, což demonstruje obrázek 2.1. V případě, že bychom disponovali systémem s instalovaným výkonem 10 kWp, byli bychom při vhodně zvoleném typu instalace téměř soběstační. [20]



Obrázek 2.1: Příklad výroby a spotřeby energie

Dále v §5 odstavci 3 zjišťujeme, že pokud bude instalovaný výkon systému nižší než 200 kW, nebude nutné v rámci zřizování licence prokazovat naše finanční jistění. V opačném případě nás čeká prokazování této skutečnosti a to podle §7, který rozlišuje náležitosti zvláště pro fyzické a právnické osoby.

Poslední krok je dle §30a povinnost disponovat autorizací, a to v případě, kdy instalovaný výkon výroby bude roven či vyšší než 1 MW. Autorizace je vydávána Ministerstvem průmyslu a obchodu a její vydání není nárokové. Vydání se řídí například dle souladu se státní energetickou koncepcí, Národním akčním plánem či územně plánovací dokumentací. Autorizace je vydávána na zdroj, nikoliv na osobu jako je tomu u licence. Je převoditelná se souhlasem zmíněného ministerstva a o jejím zániku pojednává §30d.

2.2 Podmínky připojení k elektrizační soustavě

Jinými slovy Vyhláška 16/2016 Sb. stanovuje podmínky a povinnosti pro subjekty, které chtějí být připojeny k soustavě a zároveň stanovuje i povinnosti na připojení těchto subjektů pro provozovatele těchto soustav. Uvažovat tuto vyhlášku bude

nutné v následujících případech. Místo, kde se zdroj elektřiny nachází není doposud do elektrizační soustavy nijak připojeno. Další možností je, že připojení do distribuční soustavy vyžaduje dotační program, jehož podmínky chceme splnit. Poslední možností je, že chceme být připojeni, abychom mohli elektřinu do soustavy dodávat. Přístup k elektrizační soustavě je v současné době regulován, a tudíž je nutné před samotným připojením splnit některé požadavky. Nyní existují dva způsoby, jak se lze do soustavy připojit.

Mikrozdroj

Od roku 2016 je nově zaveden pojem “mikrozdroj”, který činí připojení do soustavy jednodušším a to tím, že pro takový typ zdroje není vyžadována licence. Tento pojem reprezentuje ta zařízení, která jsou určena pro provoz na napěťových hladinách, které jsou nižší, než 1 kV. Jmenovitý střídavý proud musí být do 16 A na jedné fázi. Dále je posuzována hodnota impedance, která v případě zdroje do 16 A musí být nižší než 0,47 Ω a v případě zdroje do 10 A musí být nižší než 0,75 Ω . Celkový instalovaný výkon musí být maximálně 10 kW. Dále technické řešení této instalace musí zamezovat dodávce elektřiny do sítě a to tak, aby nedošlo ke zvýšení hodnoty napětí. Rezervovaný výkon bude roven 0. V případě přetoků, respektive dodávky do sítě bude udělena pokuta, jejíž výši stanovuje ERU v rámci cenového rozhodnutí. Pakliže jsou všechny tyto podmínky splněny, uzavřeme s provozovatelem distribuční soustavy “smlouvu o připojení mikrozdroje”. Zavedení této možnosti připojení lze opětovně chápat jako podporu malých fotovoltaických elektráren, které slouží primárně pro pokrytí vlastní spotřeby. Zároveň koresponduje s dotačními programy, které lze v současné době čerpat. Ty jsou uvedeny v kapitole Nová zelená úsporám.

Standardní připojení

V případě, že některou z výše uvedených podmínek nesplňujeme, je nutné řídit se podle standardního postupu připojení, jehož součástí může být i studie proveditelnosti. V rámci procesu nejprve podáme žádost o připojení a k ní si může provozovatel soustavy, ke které chceme být připojeni vyžádat zmíněnou studii připojitelnosti. Hodnotící kritéria jsou popsána v §8 a patří mezi ně například místo a způsob připojení, instalovaný výkon, spolehlivost a mnohá jiná. Pokud bude instalovaný výkon vyšší než 500 kW, tak připojíme i harmonogram přípravy výstavby naší výroby elektřiny. Jednodušeji řečeno se řeší, jaký bude mít vliv připojení nového zdroje k síti. Pakliže všechny podmínky budou splněny, je možné uzavřít smlouvu s provozovatelem distribuční soustavy a jsme připojeni. Připojení proběhne k nejbližšímu místu v soustavě, kde je připojení proveditelné.

2.3 Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů

Původně Zákon 180/2005 Sb, který byl zrušen 1.1.2013 a nahrazen Zákonem 165/2012 Sb. Oba dva tyto zákony podporují obnovitelné zdroje a jejich navýšení. Provozovatelé distribuční a přenosové soustavy musí přednostně připojit ty výrobce elektřiny, jejichž energie pochází z obnovitelných zdrojů a zároveň o to požádají. Tato povinnost vzniká tomu provozovateli soustavy, jehož náklady na připojení daného výrobce jsou nejnižší. Výjimku z pravidla tvoří případy, kdy provozovatel nedisponuje dostatečnou kapacitou pro připojení dalšího zdroje či připojení daného výrobce by způsobilo nestabilitu systému. Takový stav musí provozovatel distribuční soustavy prokázat. Majitel zdroje uvedeného do provozu do konce roku 2013 si může vybrat způsob, jakým elektřinu z obnovitelného prodá. Může volit mezi pevně danou výkupní cenou, kdy veškerá energie vyrobená obnovitelnými zdroji musí být vykoupena provozovateli distribučních soustav či provozovatelem přenosové soustavy, pakliže splňuje podmínky výkupu, či elektřinu prodá nějakému odběrateli za dohodnutou cenu a zároveň obdrží od provozovatele té soustavy, ke které je připojen Zelený bonus. V daný moment lze používat pouze jednu z variant a její změnu lze realizovat jednou ročně a to 1. ledna. Výkupní cena a Zelený bonus jsou stanovovány ERU a jsou uvedeny v pravidelně vydávaném cenovém rozhodnutí.

2.4 Shrnutí

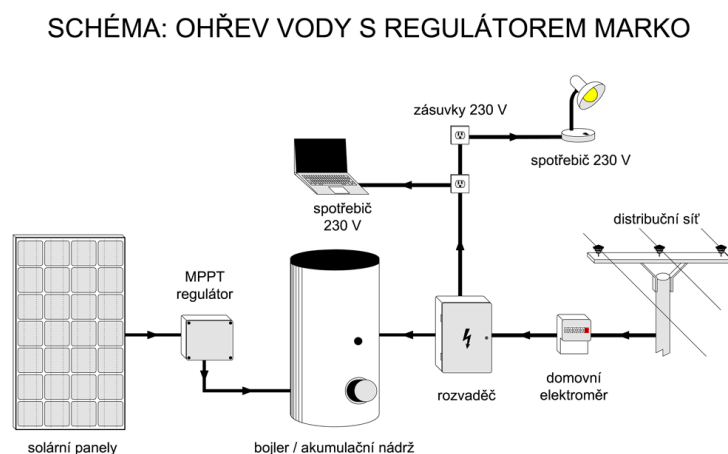
Lze v zásadě říci, že pokud budeme dimenzovat fotovoltaický systém pro pokrytí vlastní spotřeby, nečekají nás žádné obtížné právní úkony. Ty nás čekají spíše v případě, kdy systém bude mít vyšší instalovaný výkon, nebo v případě, kdy budeme žádat o připojení do elektrizační soustavy.

Kapitola 3

Technická řešení podporovaných fotovoltaických systémů

V současné době je v České republice aktivní program na podporu investic do fotovoltaických systémů. Nazývá se “Nová zelená úsporám” a je analyzován ve 4.2. kapitole. V této kapitole budou analyzována technická řešení jednotlivých variant. U níže analyzovaných instalací lze nalézt společné prvky. Základní prvkem každé fotovoltaické elektrárny je fotovoltaický panel, respektive panely. Od nich putují vodiče, kterými teče stejnosměrný proud do měniče, kde se zmíněný proud mění na střídavý tak, aby jej bylo možné použít k pokrytí spotřeby, jak jsme zvyklí. Dále budou probrány již jednotlivé varianty instalací.

3.1 Akumulace do vody



Obrázek 3.1: Ostrovní fotovoltaický systém s akumulací do vody [22]

Tato varianta využívá vyrobenou energii k ohřevu vody, která je umístěna v zásobníku. V tomto bojleru je topné těleso ve tvaru spirály, kterým prochází proud. Prů-

chodem proudu se cívka ohřívá a předává teplo dále do okolního prostředí, kterým je v tomto případě voda. Bojler musí být připojen jak k fotovoltaickému systému, tak i k distribuční síti, aby byla zaručena nepřerušovaná výroba teplé vody.

U všech systémů se svým způsobem potýkáme s problémem rozdílného času výroby a spotřeby. Avšak zde je zmíněný problém nejcitelnější. Nejvíce energie se spotřebovává ve chvíli, kdy již ohřátou vodu odebíráme a nová studená voda je dopouštěna. To se běžně děje při mytí rukou, mytí nádobí a obecně při koupání. Poslední jmenovaná položka bude mít na spotřebě teplé vody největší podíl, a to zejména v případě použití vany, kdy objem spotřebované vody může být daleko vyšší než při sprchování. Kámen úrazu je, že tato činnost probíhá běžně večer či v noci, kdy už ale instalovaný systém energii neprodukuje. Ohřev vody musí tedy být realizován z distribuční sítě. Množství potřebné energie na ohřev se v průběhu roku mění, a to s teplotou vstupní vody. Velká výroba přes den a žádná v době, kdy je voda nejvíce spotřebována může vést k situaci, kdy se velká část potenciálně využitelné energie bude mařit. Samozřejmě toto je závislé na potřebách a návycích dané domácnosti.



Obrázek 3.2: Elektrický ventil a chytrá zásuvka SonOff S20 [14, 7]

Řešením výše popsaného problému může být instalace akumulátorů nebo dostatečně velkého zásobníku vody a zároveň omezení využití energie z distribuční soustavy. Realizace by mohla být ku příkladu následující. Před napájecí kabel bojleru z distribuční sítě bychom předřadili chytrý spínač, který umožňuje dálkové ovládání, spínání ve specifické hodiny a rovněž spínání dle východu a západu slunce. Příkladem takového spínače může být třeba chytrá zásuvka S20 od společnosti SonOff, zobrazená na obrázku 3.2, kterou lze na českém trhu pořídit od 300 Kč (leden 2020). Je důležité zmínit, že daná zásuvka potřebuje ke korektnímu používání přístup k internetu, který je realizován pomocí připojení k bezdrátové síti o frekvenci 2,4 GHz a její konfigurace probíhá v příslušné aplikaci, která je dostupná na zařízeních s operačním systémem Android či iOS. Nyní k samotnému nastavení spínače. Pokud by bylo v době, kdy FV systém již nevyrobí v bojleru dostatečné množství vody pro chod domácnosti, nebylo by nutné dopouštět novou vodu k ohřevu. Omezení dopouštění bojleru by bylo realizováno pomocí elektricky spínaného ventilu, který by byl konfigurován stejně, jako zmíněná zásuvka. Jeho cena začíná (leden 2020) na 860 Kč a k vidění je v levé části obrázku 3.2. Dopouštění vody by nastalo až v ranních hodinách, kdy by nám současně začala proudit energie z fotovoltaického systému,

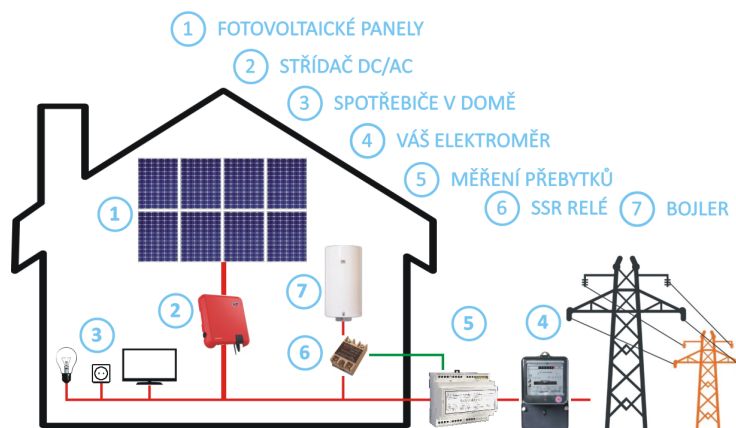
kteřá by ohřev opět realizovala. V případě zvýšené spotřeby vody v domácnosti, kteřá může být zvýšeným počtem osob v domácnosti, by uživatel jednoduše fyzicky či dálkově sepnul zásuvku a ohřev by tedy byl realizován pomocí energie z distribuční sítě. Jak jsem již na počátku zmínil, toto řešení vyžaduje, aby v místě, kde bude zásuvka umístěna, bylo dostupné připojení k internetu. Tímto připojením nemusí disponovat každý, nicméně předpokládám, že valná většina lidí, kteřá uvažuje nad investicí do fotovoltaického systému, takovým připojením v dnešní době disponuje. A pokud ne, je možné zařízení provozovat v režimu lokální sítě, což si ale bere za oběť automatizaci spínání systému dle východu a západu slunce, jelikož tyto data jsou stahována z veřejné sítě. Použití tohoto řešení by vedlo jednak k omezení nákladů na energii z distribuční sítě, nicméně za cenu určitého uživatelského komfortu, což ne každému bude vyhovovat.



Obrázek 3.3: Vývoj cen emisních povolenek [16]

I přes výše popsané nepříznivé skutečnosti, které volbu tohoto řešení pro běžnou domácnost vyvrací, je i tak tato forma instalace dotačně podporována. Příčinu můžeme ku příkladu hledat v nepřilíš vzdáleném uzavírání větších teplotenských zařízení, a to kvůli aplikaci nových pravidel dané dokumentem LCP BREF, kteřá musí být splněna do roku 2021. Stanovené podmínky zmíněným dokumentem neumožní některým teplotárnám fungovat v jejich dosavadním běžném režimu. Pokud i tak teplotárna nové podmínky splní, čeká jí další problém, a to v podobě emisních povolenek, jejichž bezplatně přidělované množství klesá, a naopak roste jejich cena. Cena emisních povolenek se promítne do výsledné ceny tepla, kteřá bude jen obtížně konkurovat ceně tepla z lokální výroby, kteřá je právě narozdíl od velkých teplotáren osvobozena od povinnosti vyřazovat a tedy i nakupovat emisní povolenky, jejichž cena vzrostla za poslední 3 roky více než čtyřnásobně, což je patrné z obrázku 3.3. [15, 16]

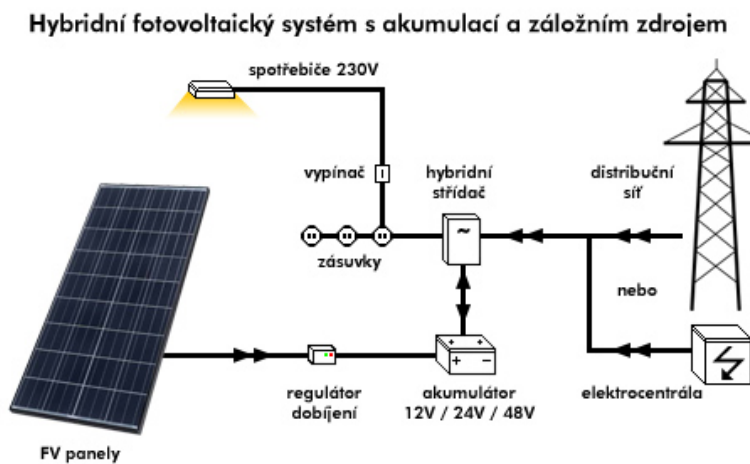
3.2 Rozšířená akumulace do vody



Obrázek 3.4: Fotovoltaický systém s tepelným využitím přebytků [25]

Tento systém taktéž používá vyrobenou energii k přípravě TUV, ale provádí to odlišným způsobem. Rozdílem je, že vyrobená energie je primárně využita pro pokrytí spotřeby domácnosti a až v případě přebytku energie dochází k ohřevu vody. Současně je možné přidat do systému ještě akumulátor, kam se může nadbytečná energie ukládat.

3.3 Akumulace do baterie



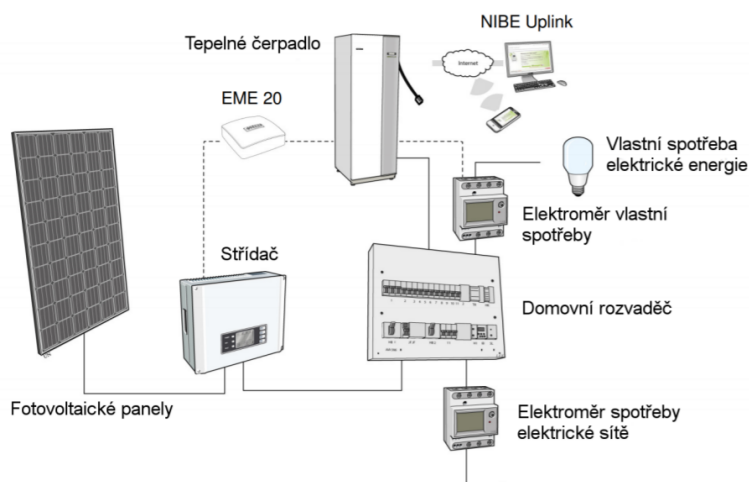
Obrázek 3.5: Fotovoltaický systém s akumulací elektrické energie [13]

U této varianty fotovoltického systému se energie používá k přímému vykrytí spotřeby a v případě jejího nadbytku se ukládá do akumulátoru. Právě volba akumulátoru hraje významnou roli v množství odebírané energie z distribuční soustavy.

Instalace je připojena k distribuční síti s hybridním střídačem. Ten volí zdroj energie dle aktuální výroby energie pomocí panelů, stavu akumulátoru a zatížení. Výhodou tohoto systému je možnost neměnného provozu v případě, kdy dojde k přerušení dodávek ze sítě. V rámci dotací pro rodinné domy odpovídají tomuto řešení podoblasti C.3.5, C.3.6 a C.3.7, které se liší pouze minimální velikostí celkového využitelného zisku. Systémy je možné dále doplnit o akumulční nádrž na vodu.

3.4 Využití přebytků v tepelném čerpadle

Novou podoblastí podpory se od konce roku 2018 stala podoblast C.3.8, v jejímž systému existuje tepelné čerpadlo. Výroba energie slouží opět primárně k pokrytí spotřeby domácnosti. V případně nadbytku energie dochází k aktivaci tepelného čerpadla, které může sloužit například k vytápění nebo naopak chlazení, přípravě TUV či k ohřevu vody v bazénu. U tohoto systému je dále možné vylepšit jeho účinnost, a to sice přidáním akumulátoru.



Obrázek 3.6: Fotovoltaický systém spolupracující se systémem vytápění a přípravy teplé vody s tepelným čerpadlem [26]

Kapitola 4

Podpora fotovoltaiky

V této kapitole dojde k analýze dotací vztažených k instalaci fotovoltaických systémů. Jak již bylo v této práci řečeno, Evropská unie je prvním společenstvím, které si v dohledné době stanovilo za cíl být uhlíkově neutrální. Cesta k tomuto stavu vede přes postupné vyřazování emisních zdrojů energie jako například uhlí či ropy, jejich nahrazení obnovitelnými zdroji a obecně snížením potřebného instalovaného výkonu. První formou podpory jsou výkupní ceny společně s zelenými bonusy, které jsou vypláceny zdrojům uvedeným do provozu do 31.12.2013. Na výroby uvedené do provozu mezi lety 2014 a 2015 se žádná forma podpory nevztahuje. Podpory se opět dočkaly výroby uvedené do provozu od roku 2016, od kdy existuje v České republice nový dotační program, jehož název je “Nová zelená úsporám” a spadá pod něj nejenom podpora fotovoltaiky.

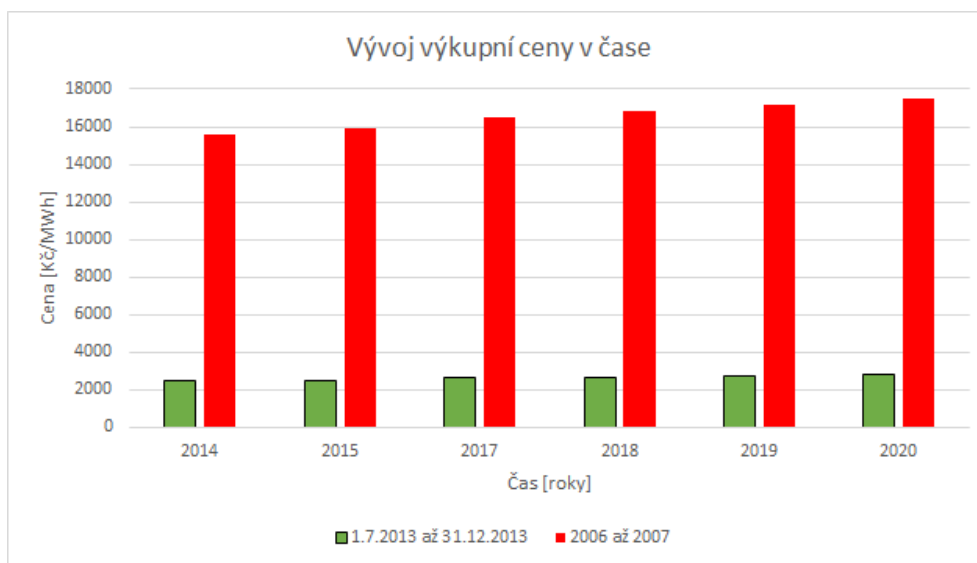
4.1 Výkupní cena a Zelený bonus

Tato forma podpory se týká pouze těch zdrojů, které byly uvedeny do provozu do konce roku 2013. Podpora spočívá v poskytování prostředků za dodanou energii do sítě. Jejich výše, které provozovatel zdroje obdrží, se liší podle toho, v jakém roce byla výroba uvedena do provozu, jaký je její instalovaný výkon a jaký typ podpory si zvolí. Do roku 2010 je rozlišován pouze instalovaný výkon do a nad 30 kW. Další rok byly přidány kategorie od 30 do 100 kW a nad 100 kW. V roce 2012 jsou podporovány pouze zdroje s instalovaným výkonem do 30 kW. Poslední rok je rozlišován výkon do 5 a do 30 kW. Původní plán podporovat rozvoj malých fotovoltaik v České republice se neúplně dařil. Rostly zde velké výroby, kterým dodnes jsou vypláceny štědré peněžní prostředky. I proto v došlo v roce 2014 k přerušení tohoto principu podpory pro nové elektrárny. Nové podpory se fotovoltaiky dočkaly až od roku 2016. Avšak zdroje uvedené do provozu do roku 2014 nárok na původní podporu stále mají, a to až do konce své životnosti. I proto musí ERU každoročně vydávat v rámci cenového rozhodnutí výši jak výkupní ceny, tak i zeleného bonusu, což jsou dvě různé možnosti podpory. Změna varianty je možná jednou ročně ve vymezeném časovém období. Na obrázcích 4.1 a 4.2 si lze všimnout, že je významný rozdíl mezi prostředky, které jsou vypláceny zdrojům uvedeným do provozu v letech

2006 až 2007 a mezi těmi zařazeným do provozu v druhé polovině roku 2013. Tento rozdíl existuje z důvodu rozdílnosti pořizovacích nákladů v jednotlivých letech. Nyní k samotným variantám.

4.1.1 Výkupní cena

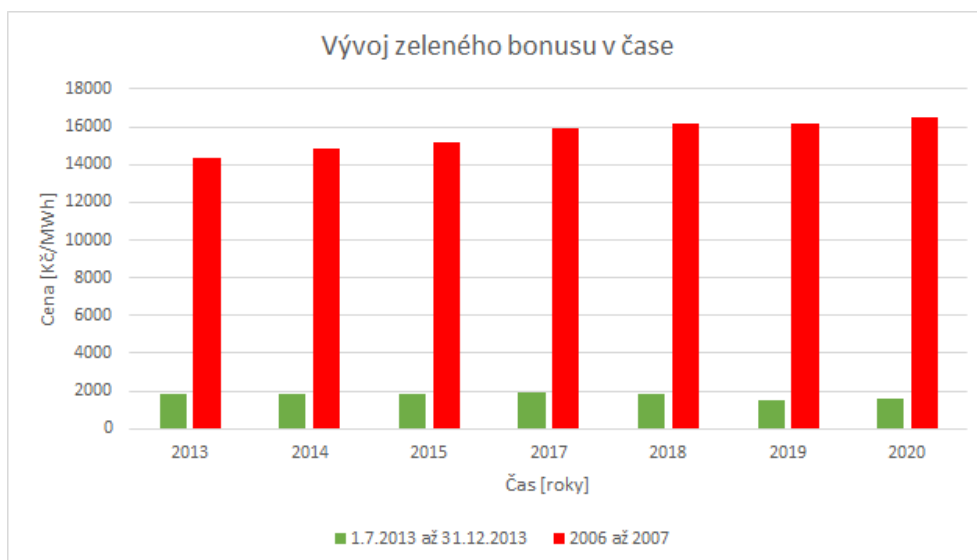
Přímý prodej neboli výkupní cena je variantou, kdy veškerá vyrobená energie je prodána do sítě, a to za pevnou výkupní cenu danou v rámci cenového rozhodnutí. Výhodou je, že výrobce, který tuto variantu zvolí, nemusí hledat odběratele, který by od něj energii vykoupil. To je dáno tím, že veškerou elektřinu od něj musí vykoupit provozovatel soustavy, ke které je zdroj připojen.



Obrázek 4.1: Příklad výkupních cen [8]

4.1.2 Zelený bonus

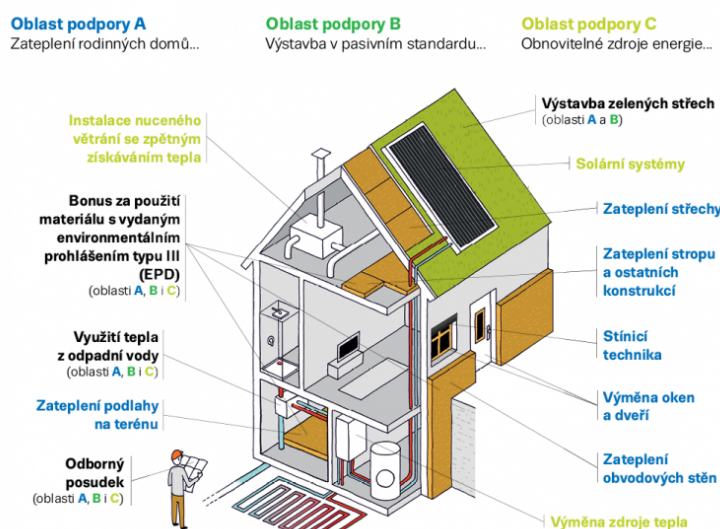
Alternativou je použití "Zeleného bonusu", který umožňuje i vlastní spotřebu vyrobené energie. Výrobce dostane zaplacenou nejen cenu prodané elektřiny, ale rovněž obdrží zelený bonus. Ten obdrží nejenom za elektřinu, kterou prodal, ale i za tu část elektřiny, kterou on sám spotřeboval. Tento bonus je vyplacen provozovatelem soustavy, ke které je zdroj připojen. Byť se tato varianta může jevit výhodněji, není tomu úplně tak. Velkou nevýhodou je nutnost hledat odběratele, který elektřinu vykoupí. Může tedy nastat situace, kdy elektřinu neprodáme. Dle mého názoru, nebude tuto variantu volit běžný vlastník malého zdroje, který si zdroj pořídil primárně pro pokrytí své spotřeby, a to sice proto, že by se nemohl věnovat ničemu jinému, než právě prodeji nadbytečné energie.



Obrázek 4.2: Příklad zeleného bonusu [8]

4.2 Nová zelená úsporám

Nová zelená úsporám je dotační program na podporu nejen fotovoltaických systémů, který byl spuštěn 1.1.2016 a jeho ukončení je plánováno k 31.12.2020. K ukončení programu může dojít i dříve a sice vyčerpáním alokovaných prostředků. V této souvislosti je zajímavé, že se výše vyhrazených prostředků navyšuje o prostředky, které jsou získávány z dražby emisních povolenek. V rámci tohoto programu mohou jednotlivci získat příspěvky na zateplení nebo na instalaci zdroje energie. Program rozlišuje zvláště podporu pro rodinné a bytové domy. Dále budou probrány obecné podmínky a způsoby podpory fotovoltaických systémů pro oba druhy staveb. [28]



4.2.1 Rodinné domy

Tento podprogram nabízí podporu především malých fotovoltaických zdrojů energie instalovaných na rodinných domech či na jeho příslušejících částech. Ke konci měsíce dubna v roce 2020 existuje již jeho 5. verze. V průběhu času byl tento podprogram obohacen o další dvě podoblasti. Níže uvedenu aktuální podmínky a pravidla pro jednotlivé podoblasti.

Obecné podmínky

Ze čtvrté verze dokumentu “Závazné pokyny pro žadatele RD” a sice jeho druhé kapitoly se můžeme dozvědět následující informace, které se vztahují k žádostem o podporu výstavby obnovitelných zdrojů energie na rodinných domech.

O podporu můžeme žádat pouze tehdy, pokud je instalace realizována na objektu, který leží na území České republiky. Dotace na zdroj energie se poskytuje pro rodinné domy. Objekt musí splňovat status rodinného domu po celou dobu udržitelnosti, která je stanovena na 10 let od vydání rozhodnutí. Tento status je vymezen v kapitole č. 11 závazných pokynů pro žadatele následovně: Jedná se o stavbu pro bydlení podle §2 vyhlášky č. 501/2006 Sb., stavby s nejvýše třemi samostatnými bytovými jednotkami či obytná část statku, která ale splňuje definici pro byt. Žadatel o dotaci musí být vlastníkem objektu od doby, kdy je žádost podána až do jejího vydání. Dále musí být instalace umístěna na přímo na pozemku s rodinným domem, eventuálně na pozemku jemu příslušejícím. V rámci tohoto programu je možné na objekt žádat pouze o jednu podporu, nicméně tato žádost může zahrnovat více podoblastí podpory. Současně je zde podmínka, že danému objektu nebyla podpora přidělena v rámci stejného nebo jiného programu, kde ještě nedošlo uplynutí jeho doby udržitelnosti.

Zajímavostí je například zvýšení dotačního bonusu pro objekty, které se nacházejí v Moravskoslezském a Ústeckém kraji, kde jsou dotace navýšeny o 10%. Tyto kraje byly v rámci 4. verze výzvy, která vešla v platnost 13.9.2018, doplněny ještě o kraj Karlovarský. Nutno poznamenat, že tento bonus se nevztahuje na oblast programu C.5, která bude probrána níže. Je tedy patrné, že ze strany ministerstva je velký zájem o realizaci investic v těchto třech krajích, a to pravděpodobně z důvodu vyššího místního zatížení životního prostředí.

Dále velmi zajímavý je rovněž bod “t”, který nalézáme ve 2. kapitole závazných pokynů pro žadatele. Zde najdeme informaci, že provozovatel programu si vyhrazuje právo každou žádost posoudit individuálně, a to i mimo pevně stanovené limity. V praxi to tedy znamená, že dotaci může teoreticky obdržet i ten subjekt, který nedodržel podmínky výzvy. [28]

Oblast C.3

Žadatelé získají část investovaných prostředků zpět, pokud splní kritéria daná výzvou. Program běží do 31.12.2021 nebo do vyčerpání přidělené alokace. Fotovoltaických systémů se týkají podoblasti C.3.3, C.3.4, C.3.5, C.3.6, C.3.7, C.3.8 a C.3.9. Systémy, které budou vybaveny panely s polykrystalickými či monokrystalickými články, musí mít účinnost minimálně 15 %. V případě panelů s amorfními články je minimální účinnost stanovena na 10 %. U ostatních typů článků není minimální účinnost deklarována. Všechny podporované instalace musí disponovat účinnou optimalizací systému v závislosti na zátěži. Dále je nezbytné, aby pro instalaci byl vyhotoven odborný posudek. Společně s žádostí, která obsahuje nějakou z podoblastí oblasti C.3, můžeme do žádosti zahrnout i oblast C.5, která umožňuje získat na zmíněný posudek příspěvek. [28]

Podoblast C.3.3 Tato varianta podpory se vztahuje ke stavu, kdy fotovoltaické panely budou sloužit pouze k ohřevu vody a systém nebude propojen s distribuční soustavou. Při splnění podmínek stanovených podmínkami získají žadatelé zpětně 35 000 Kč, v případě výše zmíněných krajů pak částka činí 38 500 Kč. Podmínky pro získání zmíněné částky jsou následující. Zajímavostí této podoblasti je skutečnost, že není stanoven maximální přípustný instalovaný výkon, což u následujících variant neplatit nebude. Stejně tak je to i s připojením k distribuční síti, které je u této varianty zakázáno. Zbýlé požadavky shrnuje tabulka 4.1. [28]

Tabulka 4.1: Podmínky podoblasti C.3.3

Název kritéria	Jednotka	Hodnota
Měrný objem zásobníku na teplou vodu	$[l \times kWp^{-1}]$	≥ 80
Základní výše podpory	$[Kč]$	35 000

Podoblast C.3.4 a C.3.9 Podpora toho typu se vztahuje k systémům, které jsou připojeny k distribuční soustavě a energie vyrobená v nich slouží primárně k uspokojení spotřeby vybraného objektu. Jak číselné označení napovídá, tak podoblast C.3.9 byla přidána později, a to v rámci poslední verze výzvy. Pakliže je výroba vyšší než spotřeba, je přebytečná energie využita k ohřevu vody případně předána do distribuční soustavy. Připojení k distribuční soustavě je povinné. Energie se tedy primárně akumuluje v zásobníku za účelem ohřevu vody, nicméně není vyloučeno použití akumulátorů, které ale nesmí být olovené startovací či typu Ni-Cd. Instalace musí zahrnovat měnič s minimální účinností 94 %. Ten může být nahrazen hybridním měničem, kde je minimální účinnost stanovena na 92 %. Dále je nezbytná technologie pro sledování bodu maximálního výkonu s minimální účinností 98 %. Další podmínkou je minimální kapacita instalovaného zásobníku. Tato podmínka byla až do nynější verze výzvy v případě podoblasti C.3.4 stanovena odlišně a to sice skrze minimální měrný objem zásobníku pro ohřev vody, který musel být alespoň $80 l \times kWp^{-1}$, nicméně pokud bylo výpočtem potřeby teplé vody zjištěno, že postačuje menší kapacita, mohl být instalován zásobník o nižším objemu, nejméně

však 120litrový. Podpora je vyplacena tehdy, pokud je instalace vybavena účinnou optimalizací systému v závislosti na zátěži a jsou splněny podmínky uvedeny v tabulce 4.2. [28]

Tabulka 4.2: Podmínky podoblastí C.3.4 a C.3.9

Název kritéria	Jednotka	C.3.4	C.3.9
Instalovaný výkon	[kWp]	≤ 10	≤ 10
Míra využití vyrobené elektřiny pro krytí spotřeby v místě výroby	[%]	≥ 70	≥ 70
Minimální objem zásobníku	[l]	≥ 120	≥ 200
Celkový využitelný zisk	[$kWh \times rok^{-1}$]	$\geq 1\,700$	$\geq 3\,000$
Základní výše podpory	[$Kč$]	55 000	80 000

Podoblast C.3.5, C.3.6 a C.3.7 Tyto podoblasti spojuje stejný typ instalace, liší se pouze celkovým využitelným ziskem a výši podpory. Podoblast C.3.7 byla přidána v rámci 3. verze výzvy a subjekty mohou tuto podporu obdržet od 9.6.2017. Zbylé dvě varianty se objevily již v první verzi výzvy. Všechny varianty musí být stejně jako v předchozím případě vybavené měničem s minimální účinností 94 % a technologií pro sledování bodu maximálního výkonu, a to s minimální účinností 98 %. U hybridních měničů je přípustná hodnota 92 %. Každá instalace musí být připojena k distribuční soustavě a obsahovat instalovaný akumulátor, který nesmí být typu olověný startovací ani Ni-Cd. V případě použití akumulátoru na bázi lithia, což jsou například akumulátory typu Li-Ion, LiFePO₄, LiFeYPO, je vyžadována měrná kapacita vzhledem k instalovanému výkonu $1,25 kWh \times kWp^{-1}$. U ostatních typů musí být měrná kapacita $1,75 kWh \times kWp^{-1}$. Zbytek je uveden v tabulce 4.3. [28]

Tabulka 4.3: Podmínky podoblastí C.3.5, C.3.6 a C.3.7

Název kritéria	Jednotka	C.3.5	C.3.6	C.3.7
Instalovaný výkon	[kWp]	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Míra využití vyrobené elektřiny pro krytí spotřeby v místě výroby	[%]	≥ 70	≥ 70	≥ 70
Celkový využitelný zisk	[$kWh \times rok^{-1}$]	$\geq 1\,700$	$\geq 3\,000$	$\geq 4\,000$
Základní výše podpory	[$Kč$]	70 000	100 000	150 000

Podoblast C.3.8 Jedná se o jednu z nejmladších z podoblastí, jelikož byla přidána až v rámci 4. verze výzvy. První žadatelé o podporu mohly čerpat prostředky v rámci této podoblasti 13.9.2018. Obdobně jako podoblasti C.3.4 a C.3.9 i tato podpora vyžaduje, aby se v instalaci nacházel zásobník na ohřev vody. Kapacita zásobníku musí být minimálně 600 litrů, avšak v rámci 4. verze výzvy byl tento požadavek formulován v podobě minimálního měrného objemu vůči instalovanému výkonu a činil

180 $l \times kWp^{-1}$. Dále musí disponovat dvěma oddělenými nádržemi, kde v horní části je zadržována voda s vyšší teplotou oproti dolní části. Tohoto lze rovněž docílit pomocí dvou různých zásobníků, přičemž jeden bude tvořit nízkoteplotní a druhý vysokoteplotní část. Nízkoteplotní část musí tvořit alespoň 50 % z celkového objemu. Instalace dále musí obsahovat tepelné čerpadlo, které v tomto systému slouží k ohřevu vody v zásobnících, ale i například pro vytápění. Mimo jiné je možné na toto čerpadlo získat další podporu, a to z oblasti C.2, konkrétně podoblasti C.2.7, ve výši 60 000 Kč. V případě, kdy nebude teplo dodáváno z tepelného čerpadla, tak ohřev vody v obou částech musí zajišťovat topné tyče či elektrokotel. Celý systém musí být řízen tak, aby byla maximalizována spotřeba vyrobené energie, a naopak byly minimalizovány přetoky do soustavy. Rozsah řízení výkonu čerpadla musí být v rozmezí od 35 do 100 %. Podobný požadavek je na topné tyče či elektrokotel, kde interval je mezi 2 % až 100 %. V závislosti na počtu fází elektrárny je vyžadován různý minimální celkový využitelný zisk, kdy v případě 1 fáze je hodnota stanovena na $3.000 kWh \times rok^{-1}$ a v případě 3 fází na $4\,000 kWh \times rok^{-1}$. Dále znovu platí minimální účinnosti měniče a technologie pro sledování bodu maximálního výkonu jako tomu bylo u podoblastí C.3.4 až C.3.7. Zbylé požadavky jsou shrnuty v tabulce 4.4. [28]

Tabulka 4.4: Podmínky podoblasti C.3.8

Název kritéria	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon	[kWp]	≤ 10
Míra využití vyrobené elektřiny pro krytí spotřeby v místě výroby	[%]	≥ 70
Minimální objem zásobníku na teplou vodu	[$l \times kWp^{-1}$]	≥ 600
Základní výše podpory	[Kč]	150 000

Oblast C.5

Každý, kdo žádá o dotaci v rámci výše zmíněných oblastí, musí předložit odborný posudek a zajistit si technický dozor. Odborný posudek musí být zpracován energetickým specialistou. Cena tohoto posudku je 5 000 Kč a v rámci jakékoliv žádosti o podporu, nejen z oblasti C.3, je možné žádat o dotaci na odborný posudek společně s technickým dozorem, jejíž výše je maximálně 5 000 Kč.

4.2.2 Bytové domy

Podprogram na podporu fotovoltaiky na bytových domech odstartoval 15.3.2016 a expiruje 31.12.2021. Platí zde stejná pravidla jako u podprogramu s rodinnými domy neboli jeho ukončení může nastat i dříve vyčerpáním alokace. Zároveň i tato alokace je navyšována o prostředky získané z dražby emisních povolenek. Označení aktuální verze výzvy se zastavilo na číslici 3.

Obecné podmínky

Analýzou obecných podmínek pro bytové domy jsem došel k závěru, že tyto podmínky jsou velmi podobné těm, které byly zjištěny u rodinných domů. Výzva se vztahuje pouze k investicím realizovaných na bytových domech na území hlavního města Prahy. Definici bytového domu nalezneme pod bodem “d” druhé kapitoly, podle kterého se jedná o stavbu se čtyřmi či více bytovými jednotkami, které jsou určeny pro trvalé bydlení. Tento status se během doby udržitelnosti, která je opět stanovena na 10 let, nesmí změnit. O podporu může žádat pouze vlastník či jím pověřená osoba. Je nutné, aby od podání žádosti až do vydání registrace, byl vlastník objektu neměnný. Dále o tuto dotaci nelze žádat, pokud byla v minulosti objektu poskytnuta dotace stejného či podobného charakteru z veřejných prostředků a doposud nebyla naplněna její rozhodná doba. Stejně to je i s počtem žádostí, kdy na jeden objekt lze žádat pouze o jednu podporu a rovněž je zde odstavec, díky němuž je opět možné vyplácet dotace i na projekty, které nesplnily podmínky programu. [28]

Oblast C.3

U bytových domů se na podporu fotovoltaických systémů vztahuje pouze podoblast C.3.2. Podporu rovněž není možné poskytnout na stávající systémy. Energie vyrobená pomocí fotovoltaických panelů musí být primárně užitá ve společných prostorech bytového domu, či využita pro přípravu TUV. Instalovaný systém musí být umístěn na stavbě, která je evidována v katastru nemovitostí. Systém musí disponovat měničem a technologií pro sledování bodu maximálního výkonu. Účinnost měniče musí být minimálně 94 %, v případě hybridního měniče pak 92 %, u druhé komponenty poté minimálně 98 %. V případě použití polykrystalických či monokrystalických článků je minimální účinnost stanovena na 15 %, u amorfních článků na 10 %. U ostatních článků není minimální účinnost stanovena. Nesmí být použity olovené ani Ni-Cd akumulátory. Využití vyrobené elektřiny k pokrytí spotřeby musí dosahovat alespoň 70 %. Systém musí být připojen do distribuční sítě. Částka získané podpory je v tomto případě závislá na instalovaném výkonu, kdy za každý instalovaný 1 kWp výkonu obdrží subjekt 15 500 Kč. Do 3. verze výzvy, neboli do 31.1.2020, byla tato částka pouze 12 500 Kč. Nejvyšší částky podpory je dosaženo při využití maximálního podporovaného instalovaného výkonu 30 kWp a činí tedy 465 000 Kč. [28]

Tabulka 4.5: Podmínky podoblasti C.3.2

Název kritéria	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon	[kWp]	≤ 30
Míra využití elektřiny pro krytí spotřeby	[%]	≤ 70
Výše podpory na jednotku instalovaného výkonu	[Kč]	15 500

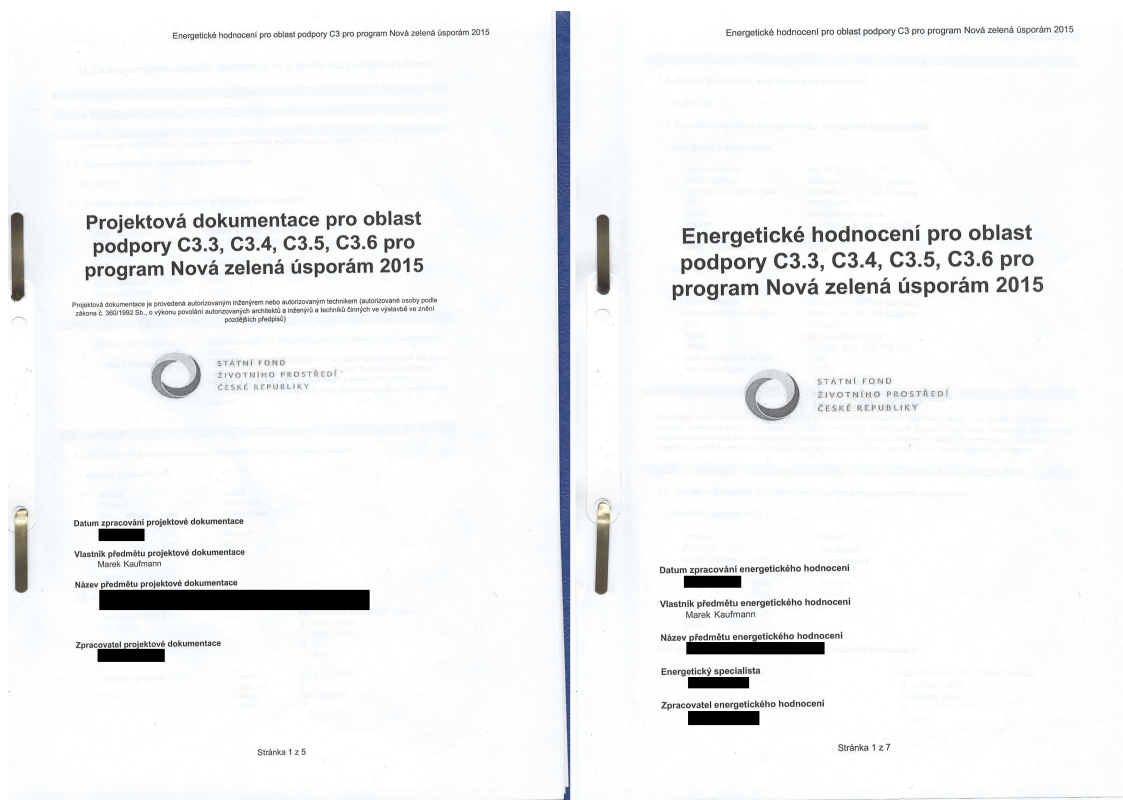
Oblast C.5

Stejně jako v případě rodinných domů, lze získat příspěvek na odborný posudek a technický dozor i v tomto podprogramu. Platí zde i stejná pravidla s tím rozdílem, že posudek je pochopitelně zpracován na objekt typu bytový dům. Výše této podpory je 10 % z částky získané v podoblasti C.3.2 avšak maximálně do výše 15 000 Kč.

4.2.3 Žádost

Rozhodneme-li se pro výstavbu fotovoltaického systému, na který chceme čerpat dotaci, musíme postupovat následovně. Žádost se podává výhradně elektronicky a to na příslušných webových stránkách. Nejprve je ale potřebné nechat si zpracovat odborný posudek, který může vystavit pouze energetický specialista, a to sice podle zákona o hospodaření energií. Dalším dokumentem je krycí list technických parametrů. Všechny dokumenty a seznam energetických specialistů je dostupný na webových stránkách Ministerstva životního prostředí. Tudíž samotný proces žádosti může začít ještě před realizací výstavby. Následně si podáme žádost o dotaci na Ministerstvu životního prostředí, a to buď písemně nebo elektronicky. Ministerstvo žádost posoudí a poskytne zpětnou vazbu do 3 týdnů. V případě že budou nalezeny nedostatky, tak dostaneme výzvu k odstranění závad do 30 dnů. V opačném případě obdržíme souhlasné stanovisko a od té doby nám běží lhůta 1 až 3 roky pro realizaci. Po dokončení prací poskytneme ministerstvu dokument obsahující fond provedených prací. Pakliže vše proběhne v pořádku, obdržíme od rozhodnutí peníze do 3 týdnů. Společně s rozhodnutím obdržíme formulář o přijetí podmínek, který doručíme na Resort životního prostředí. [28]

4.2.4 Odborný posudek



Obrázek 4.4: Odborný posudek

Ať žádáme o podporu pro rodinný dům nebo bytový dům, budeme vždy potřebovat odborný posudek. Posudek se skládá ze dvou dokumentů, což je patrné z obrázku 4.4. Prvním z nich je energetické hodnocení budovy, druhý se nazývá projektová dokumentace. Energetické hodnocení je závazným dokumentem pro získání podpory na instalovaný systém. Obsahuje nezbytné informace, které slouží k přesné identifikaci stavby, žadatele a energetického specialisty. V popisu stavby se uvádí počet osob, které objekt obývají, a další zpřesňující parametry.

V další části posudku nalezneme informace o dosavadní spotřebě energie. Pokud instalace zahrnuje i akumulaci energie do vody, uvádí se i množství spotřebované teplé vody na osobu, teplota vody na vstupu a požadovaná teplota na výstupu. Díky tomu lze odhadnout přibližnou spotřebu energie na ohřev. V tomto okamžiku se však nerozlišuje, kdy nastane spotřeba vody, respektive energie na její ohřev, což může v reálné situaci vést k horším výstupům oproti těm v posudku.

Následně se uvedou parametry instalace. První je kód a název použitého fotovoltaického panelu. Ty jsou zahrnuty proto, aby docházelo k instalaci pouze těch panelů, které jsou uvedeny na seznamu Operačního programu Životního prostředí. Následují

technické parametry jako účinnost, instalovaný výkon, sklon či azimut. Tyto parametry už slouží k výpočtu, lépe řečeno odhadu údajů, jakým je například množství vyrobené elektrické energie za rok.

V tuto chvíli již lze provést porovnání vypočtených hodnot se stanovenými hodnotami vybraných podoblastí. Energetický specialista po tomto porovnání uvede ty podoblasti, jejichž požadavky systém splňuje. Dále nalezneme pouze přílohy jako diagram výroby energie v jednotlivých měsících, kopii oprávnění k výkonu činnosti energetického specialisty a bilanci pro danou podoblast programu.

Druhý dokument je velmi podobný jako ten první. Mimo technickou část popsanou výše, obsahuje ještě navíc část výkresovou. V té musí být znázorněno kde a jak bude systém instalován, například půdorys střechy, a schéma zapojení nového zdroje. [28]

4.2.5 Budoucnost programu

V kapitole bylo zmíněno, že program bude trvat buď do 31.12.2021 či do vyčerpání alokace. S ohledem na budoucí vývoj energetiky v Evropské unii, který za současné situace přisuzuje obnovitelným zdrojům energie velkou váhu, lze očekávat prodloužení tohoto programu případně obdobný nový program. Podporu obnovitelným zdrojům přisuzuje i současný Strategický rámec pro Českou republiku. [10]

NÁZEV	ZAČÁTEK	KONEC	STAV
3. Výzva výstavba bytových domů v ČR (BD3)	09.01.2017 10:00:00	31.12.2021 12:00:00	AKTIVNÍ
2. Výzva rekonstrukce bytových domů v Praze (BD2)	15.03.2016 10:00:00	31.12.2021 12:00:00	AKTIVNÍ
3. Výzva rodinné domy (RD3)	22.10.2015 10:00:00	31.12.2021 10:00:00	AKTIVNÍ
2. Výzva pro rodinné domy (RD2)	15.05.2015 10:00:00	31.10.2015 12:00:00	UKONČENA
1. Výzva pro bytové domy (BD1)	15.05.2015 10:00:00	31.10.2015 12:00:00	UKONČENA

Obrázek 4.5: Aktivní programy v rámci Nová zelená úsporám [28]

Kapitola 5

Rozhodovací model

Předmětem této kapitoly bude rozhodovací model. Ten si zjednodušeně řečeno můžeme představit jako graf, v němž se přemísťujeme v závislosti na požadovaných výstupech a poskytnutých vstupech. Nebo ještě lépe řečeno je to orientovaný graf, který zachycuje situace, které by mohly nastat ve světě, do kterého je model zasazen, a to společně s jejich možným řešením. Jednoduchým příkladem může být nákup lepšího procesoru do stolního počítače ve specializovaném obchodu s elektronikou. Na počátku této cesty za lepším výpočetním výkonem vstupují do samotné prodejny. Pokud v obchodě mají mnou požadovaný kus a mám peníze na jeho zaplacení, tak proces končí a já si spokojeně odnáším domů vytouženou komponentu. Co ale v případě, že obchod bude mít zavřeno nebo požadovaný produkt nebudou mít k dispozici. A co teprve, když nebudu mít na jeho zaplacení. Možnosti rozšíření i tak obyčejného modelu jsou celkem pestré. Už jen poslední zmíněný problém bych mohl zkusit řešit třeba “nákupem na sekeru” či směnou za jiný mnou vlastněný předmět, za předpokladu souhlasu protistrany, a v krajním případě třeba i krádeží. Před samotnou tvorbou rozhodovacího modelu uvedu pojmy a skutečnosti, které tvorbu a výstup modelu ovlivňují. Podoba modelu se pak bude lišit případ od případu. Tato skutečnost je dána typem rozhodovací situace, ve které se nacházíme. Obecně lze rozhodovací situace rozdělit do dvou skupin, a to sice podle množství kritérií, které jsou uvažujeme. Přesněji se bude jednat o rozhodování monokritériální a o rozhodování vícekritériální.

5.1 Teorie

Jak již název prvního typu rozhodování napovídá, bude tento model zohledňovat pouze jedno kritérium, podle kterého je rozhodováno. Náznorným příkladem může být výběr různých variant projektu s různými výnosnostmi. Podstatnou informací je pravděpodobnost, se kterou bude každý z projektů úspěšně realizován. Ta může být obecně známa, ale rovněž může nastat situace, kdy tento údaj bude neznámý. V takovém případě jsme více, než kdy jindy odkázáni na naši intuici a zkušenosti. Ty jsou využity k tomu, aby za pomoci nejrůznějších nástrojů a metodických postupů příslušné varianty nějakým způsobem ohodnotili. Na tomto základě může být

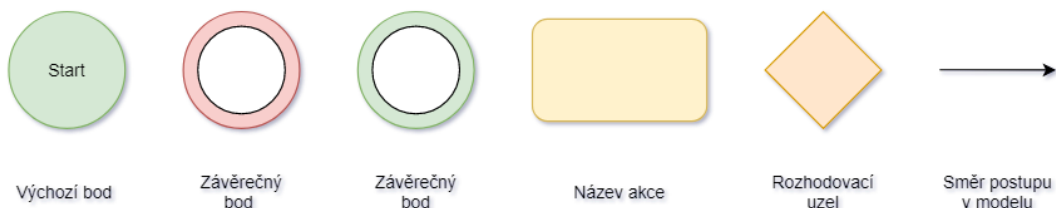
monokriteriální rozhodování rozděleno na dvě podskupiny. První je rozhodování za neurčitosti, kde pravděpodobnost stavů světa neznáme. Druhou je pak rozhodování za rizika, kde na základě dostupných informací známe pravděpodobnosti jednotlivých scénářů.

Model s více kritérii je složitější a obecně náročnější na sestavení. Uvažováno je zde více než jedno kritérium a ta mohou být různého typu. Opět uvedu názorný příklad. Budu si pořizovat nový notebook. Před samotným nákupem bych měl vědět, jaké prostředky mám k dispozici a proč nový notebook potřebuji. Zařízení, jakým je notebook má nemalou řadu parametrů, které definují možnosti jeho použití. Pro mě osobně je nejdůležitější výkon, a to jak dedikované grafické karty, tak i procesoru. Procesor navíc potřebuji od jedné specifické značky. Dále je pro mě důležitá velikost displeje a jeho obnovovací frekvence. Posledním kritériem je cena, která je omezena na 38 tisíc korun. Pak následují další méně podstatné parametry, jako například hmotnost, velikost a typ uložště, velikost operační paměti a mnoho dalších. Pokud zavítáme na nějaký e-shop s IT, tak po upřesnění vyhledávacího dotazu a použití filtru se zobrazí desítky zařízení. Otázkou je, které z nich vybrat. Mohu si vybrat to nejlevnější a proces ukončit. Nicméně může nastat to, že pokud bych si připlatil třeba 100 korun, mohl bych disponovat daleko lepším strojem. Stanovím váhy jednotlivých kritérií a následně si shromáždím informace o jednotlivých variantách. Poté provedu analýzu výsledků a rozhodnu se pro optimální variantu. Tento příklad je dosti subjektivní, respektive volba váhy kritérií současně s metodou výběru optimálního řešení, což je obecně problémem vícekriteriálního rozhodování. V případě hodnocení nároku na dotaci se tento problém nekoná, jelikož použitá kritéria budou primárně vylučujícího nebo podmíněně vylučujícího typu. To je z důvodu, že získání dotace je nárokové. Znamená to, že pakliže budou splněny všechny podmínky, podporu bych měl bez problémů obdržet. Příkladem může být použití technologie pro sledování bodu maxima, kterou musí disponovat každá z podporovaných variant fotovoltaického systému. Pokud bude v instalaci zahrnuta, tak můžeme pokračovat na další kritérium. Pokud tomu tak nebude, nemá smysl pokračovat na další kritérium a nárok na dotaci zaniká. Samozřejmě budu pracovat i s kritériem hodnotícího typu, ale to až později v rámci výpočtu optimální varianty.

V případě procesu získání dotace na fotovoltaiku máme oproti příkladu s nákupem nového procesoru pevné mantinely, i když v analýze obecných podmínek dotačního programu jsme se dozvěděli, že i tyto mantinely mají svoje skulinky. Nicméně já ve svém modelu budu uvažovat jejich absolutní platnost, a to sice z důvodu, že není možné měřit individuální výjimky jednotlivcům, které se liší případ od případu. Nyní tedy bude práce spočívat v použití doposud získaných informací, aby došlo k jednoznačnému rozlišení toho, kdo na podporu má nárok a v jaké výši a kdo nikoliv. Samotný model bude vytvářen v softwaru Microsoft Excel. Důvodem pro výběr tohoto druhu nástroje je jeho rozšířenost společně s širokými možnostmi, mezi které patří v základu již bohatá sada nástrojů, kterou můžeme doplnit o nové funkce. Ty se tvoří v prostředí VBA, což je programovací jazyk implementovaný v kancelářských aplikacích od společnosti Microsoft.

Před zahájením prací přímo na modelu je výhodné si vytvořit grafické schéma modelu. Práce na grafu vyžaduje nemalou časovou dotaci, ale i tato práce nepřijde

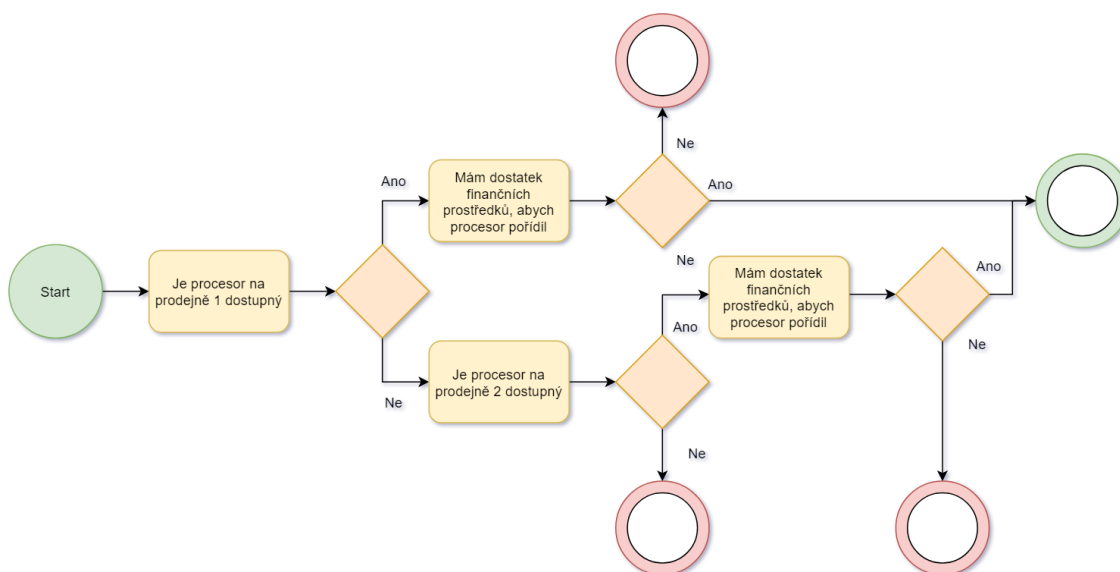
vniveč, a to z několika důvodů. Prvním z nich je následná přehlednost při tvorbě samotného modelu. Graf mně pomůže odhalit případné nedostatky a chybějící části, které by jinak mohly být přehlédnuty či opomenuty. Zároveň může nastat situace, kdy model nebude mít chybějící části, ale naopak bude mít části nadbytečné. Tím myslím například to, že bude obsahovat duplicitní či nerelevantní otázky. Takže tvorba grafu je přínosná v i následném zjednodušení modelu, čehož jsem i já využil. Před popisem samotného grafického rozhodovacího modelu uvedu ještě prostředí a styl, jakým jsem tento graf zkonstruoval. Je důležité, aby vzniklý diagram byl přehledný, což povede k dosažení výše zmíněných přínosů. I proto jsem se inspiroval stylem a grafickými prvky z modelovacího jazyka UML, který se používá pro návrh nejen softwarových produktů, ale třeba i v rámci business procesů. Nesporná výhoda UML neboli “Unified Modeling Language”, je jeho bezproblémová implementace a srozumitelnost. V praxi to znamená, že člověk, který se doposud s UML nesetkal, by neměl mít obtíže dané problematice porozumět, alespoň co se návaznosti a orientace v modelu týká. Jazyk totiž používá standardizované objekty a jejich způsob zanesení, což je právě přednost tohoto nástroje. Rovněž existuje řada nástrojů, které tvorbu takových diagramů umožňují a nezdárka je jejich použití zdarma. Já pro tvorbu využil webově dostupného nástroje, jehož název je “draw.io”. Jeho použití je zdarma a nespornou výhodou je možnost práce z téměř jakéhokoliv zařízení s přístupem k internetu. Na obrázku 5.1 jsou zobrazeny tvary, které se v mém znázornění rozhodovacího modelu vyskytují. [11]



Obrázek 5.1: Objekty rozhodovacího modelu

Teď k samotnému popisu grafických objektů. První obrazec představuje výchozí bod diagramu. Ten nemá většího významu než skutečně jako startovací místo v grafu. Další dva obrazce jsou významově i tvarově velmi podobné. V obou případech se jedná o protiklad prvního obrazce, neboli konečné body. Objekt s červeně zvýrazněným okrajem představuje situaci, kdy dotace není přidělena. Podobně pak kruh se zeleně zvýrazněným okrajem oznamuje splnění podmínek v rámci nějaké podoblasti. Následuje žlutý čtyřúhelník, jehož funkce je interpretace situace, ve které se v rámci modelu nacházíme. Nejčastěji se s ním setkáme v takové podobě, kdy formuluje rozhodovací problém. Na něj potom navazuje rozhodovací uzel, jehož funkce je větvit diagram do dalších částí dle poskytnutého vstupu. U tohoto prvku je velmi důležité, aby z něj vystupující větve pokrývali všechny možné vstupy, které uživatel může pro

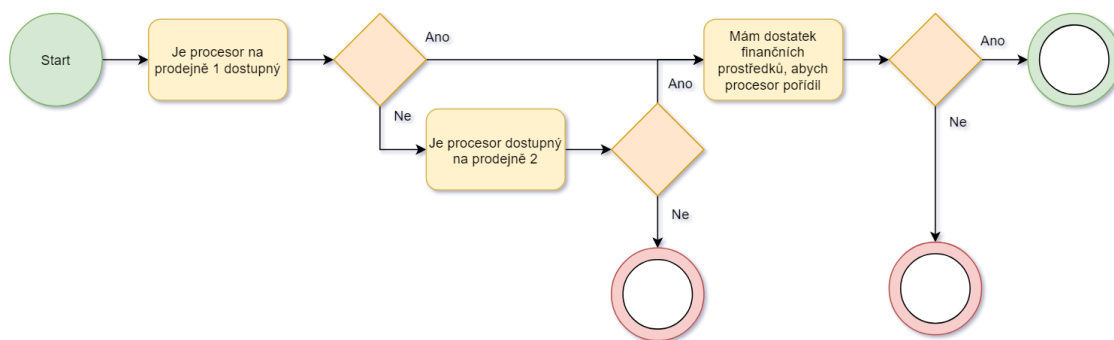
daný rozhodovací uzel poskytnout. Poslední část obrázku tvoří šipka, která propojuje jednotlivé objekty mezi sebou a určuje směr postupu v celém grafu. Ještě zde existuje jeden prvek, který na obrázku 5.1 není znázorněn. Jedná se o text, který se nachází nad šipkami za rozhodovacím uzlem. Tento text reprezentuje předdefinovaný vstup, který je pro danou situaci a čas platný. Jak jsem již zmínil u rozhodovacího uzle, je stěžejní, aby docházelo ke správnému výběru následující větve, což je ovlivněno formulací dotazu ve žlutém čtyřúhelníku, a právě i samotnými texty u jednotlivých větví. Výše v této kapitole jsem uvedl příklad, kdy jsem řešil situaci s pořízením nového procesoru. Abych demonstroval jednoduchost orientace v UML a použití uvedených grafických prvků, sestrojil jsem grafické znázornění zmíněné situace, což představuje obrázek 5.2.



Obrázek 5.2: Ukázka grafického rozhodovací modelu

Samozřejmě tento graf nezachycuje všechny možnosti, které by mohly v průběhu tohoto procesu nastat, což ale není ani jeho účelem. Smyslem je ukázat implementaci, návaznost a orientaci v takovém diagramu. Nicméně pro úplnost uvedu, že v rámci tohoto názorného rozhodovacího modelu, uvažuji pouze 2 prodejny, které daný produkt nabízí. Dále pro lepší názornost bude platit myšlenka, že v případě, že jedna z prodejen bude mít komponentu skladem a já nebudu mít na její zaplacení, nebudu již přezkoumávat nabídku druhé prodejny. Na počátku se nacházím v objektu “Start”, odkud není jiné cesty než do prvního čtyřúhelníku, který deklaruje první rozhodovací situaci. Za předpokladu že je procesor skladem na prodejně 1, postupuji po horní větvi označené textem “Ano”. Zde narážím na další případ rozhodování, který tentokrát zkoumá, jestli mám dostatek prostředků na zaplacení. Pakliže je odpověď kladná, postupuji opět po horní větvi “Ano” a ocitám se v konečném bodu, který značí úspěšné zakončení procesu. V opačném případě postupuji po větvi “Ne”, na jejímž konci je závěrečný bod oznamující neúspěch. Pakliže jsem v prvním rozhodovacím uzlu odpověděl záporně, tak mě čeká ten samý proces, jen pro druhou

prodejni. Tento model je funkční a obsahuje 4 rozhodovací situace. Každá rozhodovací situace znamená tvorbu dalšího kódu společně se zvyšováním časové náročnosti. Je tedy cílem minimalizovat počet těchto událostí. Po analýze modelu na obrázku 5.2 lze dojít k optimalizaci, tak jak je vidět na obrázku 5.3.



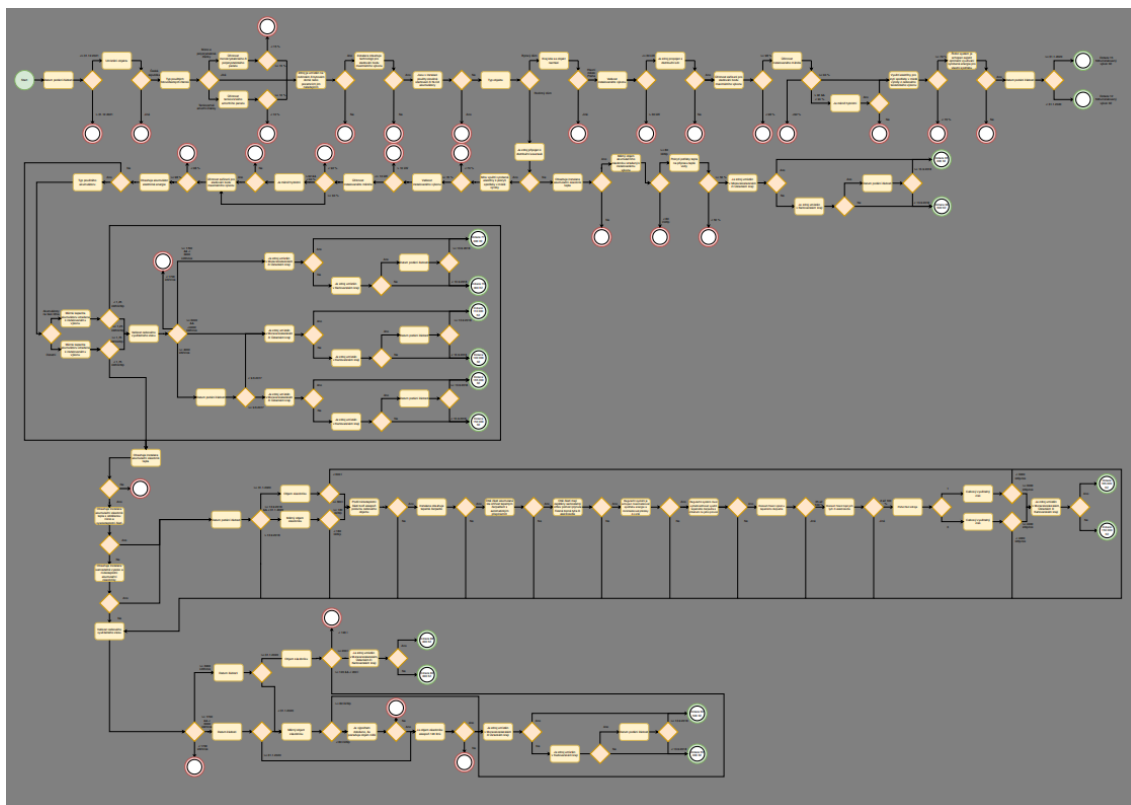
Obrázek 5.3: Zjednodušený grafický rozhodovací model

Význam a ověřující podmínky zůstaly stejné, jen se změnil jejich počet, a to sice ze 4 na 3. U modelu takové velikosti to možná není až tak významné vylepšení, ale uvažuji následovně. Obecně došlo ke snížení o 25 %. Nyní uvedu případ, kdy můj rozhodovací model na přidělení dotace bude mít odhadem 100 rozhodovacích situací. Zlepšení o čtvrtinu sníží tento počet na 75 %, což už dle mého názoru významné je. Z toho vyplývá, že je důležité zvolit správné pořadí kritérií. Nejprve tedy položím ty dotazy, které jsou společné pro všechny výzvy a až následně budu používat ty dotazy, které jsou specifické pro jednotlivé podoblasti. Rovněž samotná formulace dotazů je neméně důležitá. Ta by měla být zřetelná a rovněž konzistentní. Tím je například myšleno používání stejných jednotek, rozumějte násobků.

5.2 Tvorba

Nyní již k samotné tvorbě grafického rozhodovacího modelu, který se týká poskytnutí dotace na fotovoltaický zdroj energie. Jeho tvorba bude vycházet z poznatků, které jsem uvedl v předchozích částech práce a to zejména v kapitole 4, která obsahuje podkapitulu s aktuálně běžícím dotačním programem “Nová Zelená Úsporám”, která bude předmětem tohoto modelu. Informace, které zde byly uvedeny, byly čerpány z oficiálních dokumentů tohoto programu, které lze dohledat na dedikovaných webových stránkách, a rovněž byly i telefonicky konzultovány s některými z pracovníků příslušného ministerstva. Postupným skládáním a optimalizováním těchto

kritérií jsem došel ke grafickému rozhodovacímu modelu, který obsahuje 74 rozhodovacích situací a jeho náhled je k vidění na obrázku 5.4, v plné velikosti je dostupný v rámci příloh.



Obrázek 5.4: Náhled grafického rozhodovacího modelu

Získání dotace je možné dosáhnout po absolvování různého počtu těchto situací. Nejkratší možná cesta obsahuje 13, nejdelší poté 39 rozhodovacích situací. V prvním případě se jedná o podoblast C.3.3, v druhém potom o C.3.4. Zároveň ale existuje i možnost, kdy k dosažení podoblasti C.3.4 dojdeme jen po 22 či třeba 25 rozhodovacích situacích. Variant pro dosažení některých typů podpor je tedy více. To je dáno tím, že model je sestaven tak, aby byla vybrána optimální podoblast, která v závislosti na poskytnutých vstupech vybere z dostupných podoblastí tu, která je finančně nejvýhodnější. Podporu lze totiž obdržet pouze na jednu z podoblastí oblasti C.3. Dále model respektuje datum podání žádosti. Například žádost podaná v roce 2017 určitě nemůže obdržet podporu C.3.9, která byla přidána až v roce 2020, i když její podmínky splňuje. Mnou vyrobený model je tedy funkční do té doby, než dojde k vydání nové verze výzvy, která by přinesla nějakou změnu v oblasti C.3 či vztahujících se obecných podmínek, a to jak pro rodinné, tak i bytové domy.

Po prostudování mého modelu si lze všimnout toho, že zde existují otázky, které se v modelu objevují opakovaně, ačkoliv jsem výše od takového postupu v rámci navazující programovací části odrazil. Těmi otázkami jsou například kritéria na zisk

energie za rok, datum podání žádosti a kraj, kde se zdroj nachází. Příčinou tohoto je zachování jednoduchosti a přehlednosti pro běžného uživatele, která by se po implementaci zásobníku, kde by se uživateli vstupy shromažďovaly a následně opět používaly, mohla zhoršit. Já pochopitelně ve svém dalším postupu budu pamatovat na to, že v případě, že dotazovaný vstup byl již v průběhu vyplňování poskytnut, tak jej znova vyžadovat nebudu.

Nyní když mám grafický model zpracován, zbývá jej převést do funkčního rozhodovacího modelu. Jak jsem již zmínil, jeho tvorba proběhne v rámci aplikace kancelářského balíku společnosti Microsoft, přesněji Excelu. Ten nabízí nemalý počet způsobů, jak se k tomuto problému postavit. Já jsem nakonec zvolil takový, kdy využiji výchozího prostředí aplikace, které je každému uživateli dobře známé společně s makry, což je kód, jehož spuštění je podmíněno interakcí uživatele s aplikací. V praxi to znamená, že jednotlivé dotazy jsem sepsal do buněk pod sebe a všechny až na první jsem skryl. V závislosti na poskytnutém vstupu do nevyplněné buňky, se uživateli buď odhalí buňka nová, či dostane upozornění o tom, proč takový vstup brání získání dotace. Samozřejmě, že uživatel se může kdykoliv vrátit o libovolný počet kroků zpět, to však ale znamená, že veškeré hodnoty v buňkách pod upravenou buňkou budou vymazány a opět schovány. Pokud všechny uživateli vstupy budou vyhovující, tak na 56. řádku se zobrazí informace o tom, jakou maximální částku může obdržet společně s označení příslušné podoblasti. Dále po celou dobu vyplňování uživatel vidí, jaké všechny podoblasti jím zadaný vstup splňuje či proč tento vstup nevyhovuje. Ukázkou výše popsaného nabízí obrázek 5.5. Samotný model je poté k nalezení v rámci příloh. Po jeho otevření si lze všimnout, že vytvořený model obsahuje 50 viditelných dotazů, oproti 74 deklarovaným výše, což je důsledek toho, co jsem popsal v rámci předchozího odstavce.

Formulář		
Název kritéria	Hodnota	Informace
Zadejte datum žádosti	01.01.2017	Zadaný vstup vyhovuje výzvam C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5 a C.3.6
Vyberte zemi, kde se objekt nachází	Česká republika	Zadaný vstup vyhovuje výzvam C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5 a C.3.6
Zvolte typ použitých fotovoltaických článků	Mono či polykrystalické	Zadaný vstup vyhovuje výzvam C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5 a C.3.6
Zadejte účinnost použitých fotovoltaických článků [%]	15	Zadaný vstup vyhovuje výzvam C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5 a C.3.6
Je fotovoltaický systém instalován na rodinném či bytovém domě nebo na pozemcích jím náležejícím	Ano	Zadaný vstup vyhovuje výzvam C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5 a C.3.6
Obsahuje instalace technologii pro sledování bodu maximálního výkonu	Ano	Zadaný vstup vyhovuje výzvam C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5 a C.3.6
Jsou v instalaci použity olovené startovací či Ni-Cd akumulátory	Ne	Zadaný vstup vyhovuje výzvam C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5 a C.3.6
Zvolte typ objektu	Rodinný dům	Zadaný vstup vyhovuje výzvam C.3.3, C.3.4, C.3.5 a C.3.6
Je zdroj propojen s distribuční sítí	Ne	Zadaný vstup vyhovuje výzvě C.3.3
Obsahuje instalace akumulační zásobník tepla	Ne	Dotace je poskytována pouze na instalace, které obsahují akumulační zásobník tepla

Obrázek 5.5: Ukázkou rozhodovacího modelu

Vytvořením tohoto rozhodovacího modelu jsem dospěl k rozlišení toho, které projekty mohou obdržet finanční podporu. Nyní zbývá určit, jestli i po získání takové podpory bude projekt smysluplný a bude tedy generovat zisk ve formě úspor z vyrobené elektřiny. Tomuto problému se budu věnovat v následující 6. kapitole.

Kapitola 6

Výpočetní modely

Investovat či nikoliv. Přesně to bude náplní této kapitoly. Na čem je toto rozhodnutí závislé? Na nemalém množství faktorů, kdy nemalou část z nich musíme odhadovat. Už jen třeba určit samotný výstup zdroje jako je fotovoltaická elektrárna je velmi obtížné. Tento i další faktory je tedy nezbytné nějakým způsobem určit. Může tedy existovat řada modelů, přičemž výstup každého z nich se bude lišit. To je i do určité míry dáno tím, kdo takový model tvoří. Například prodejce fotovoltaického systému bude jistě mít snahu, aby realizoval co nejvíce zakázek, a tedy i jeho model bude zákonitě “ohnutý” tak, aby plnil svůj účel neboli prodával. Obranou proti zkresleným modelům může být použití více takových nástrojů. Vlastně i motivací pro tvorbu vlastního výpočetního modelu a práce jako takové, byla investice do fotovoltaického zdroje na jednom rodinném domě, která se dle dodavatele navrátí do 13 let. Když jsem se tímto problémem blíže zaobíral, došel jsem k závěru, že ani po výrazně delší době k takové situaci nedojde. Přínos tvorby mého modelu tedy spatřuji v tom, že se snažím co nejvěrohodněji přiblížit realitě, jelikož nemám sebemenší důvod k nějakému falšování dat. Nyní tedy rozvedu, jakým způsobem jsem postupoval.

6.1 Vstupní data

Mým úkolem je nyní zjistit, jaká bude úspora na vyrobené elektřině, kterou bych jinak musel koupit od dodavatele. A kolik vlastně energie daný systém vyrobí? Mým řešením je použití nástroje “PVGIS”, který jsem již zmínil na počátku práce. Ten umožňuje po zadání lokality a další údajů získat data slunečního záření, a to až v rozlišení na jednotlivé hodiny během celého roku, čehož já ve svém modelu využiji. Nyní když znám výrobu energie během jednotlivých hodin v roce, tak potřebuji také znát i spotřebu, a to opět pro každou jednu hodinu. Zde si pomohu daty od ERU, které pravidelně zveřejňuje typové diagramy dodávky pro jednotlivé druhy odběratelů. Nyní když vím, jak získat tyto klíčové údaje, je zapotřebí je nějakým způsobem implementovat k mému rozhodovacímu modelu. Pro jejich dosažení budu potřebovat od uživatele následující vstupy.

Instalovaný výkon, GPS souřadnice, azimut a sklon panelů a účinnost článků Všechny tyto údaje budu potřebovat, abych získal data výroby v jednotlivých hodinách. Právě díky těmto hodnotám je snadno vytěžím z “PVGIS” a sice ve formátu JSON. Dokonce ani není nutné zadávat azimut se sklonem panelů, jelikož aplikace umí určit optimální hodnotu obou těchto parametrů.

Účinnost článků po 25 letech V průběhu životnosti dochází k opotřebení článků, což vede ke snížení jejich účinnosti a následně tedy množství vyrobené elektřiny. Implementace tohoto faktoru do modelu opět povede ke zvýšení jeho přesnosti.

TDD Budu potřebovat, aby uživatel uvedl, do jaké odběrové skupiny objekt spadá. Od toho si slibuji zpřesnění hodnot odběru v jednotlivých hodinách během roku. Společně s tím bude třeba zadat celkovou hodnotu spotřeby za nějaký z roků, který bude nejlépe odpovídat celkové spotřebě během životnosti investice. Tím dojde k přepočtu spotřeby vybraného TDD a to sice pomocí vzorce pod tímto odstavcem.

$$C_h = \frac{C_{vc} \times C_{tdh}}{\sum_{h=1}^{8760} C_{tdh}}$$

C_h je přepočtená spotřeba v hodině h roku v kWh , C_{vc} je celková spotřeba energie uživatele v kWh za rok, C_{tdh} je spotřeba energie v kWh v rámci vybraného TDD vybranou hodinu h v roce. Tento přepočet je nutné provést pro každou hodnotu v rámci roku. Suma těchto přepočtených spotřeb je rovna právě celkové spotřebě za rok, kterou uživatel poskytne.

Cena elektřiny Abych mohl vypočítat úsporu na elektrické energii, je nutné znát její cenu při odběru od dodavatele. Obecně je problém říci, jak se tato položka bude v průběhu času vyvíjet. Proto do svého modelu přidám možnost, aby se tato cena s časem měnila. Obecně čím vyšší tato cena bude, tím větší úspory bude dosahováno.

Příkon bojleru Pokud bude instalace obsahovat bojler, je důležité znát velikost příkonu bojleru. A to sice z důvodu, že bude třeba rozlišit, kdy k ohřevu vody bude použita energie z distribuční sítě a kdy právě z FV systému. Pakliže instalace nebude obsahovat jednotku pro výrobu TUV, tak je tento údaj zcela zbytečný. Dále je potřeba určit, jaká je spotřeba vody během dne. Jelikož neexistuje žádný typový diagram dodávek TUV a jen těžko si lze představit, jak uživatel bude vyplňovat spotřeby pro každou hodinu, rozhodl jsem se pro následující kompromis. Uživatele nechám vyplnit jeho typickou spotřebu během dne v rámci každého měsíce, a to pro každou hodinu. To sice stále představuje 288 hodnot, nicméně většina z těchto hodnot bude rovna 0, takže by vyplnění nemělo být zdlouhavé a zároveň by to mělo být přesnější než prohlásit, že každý den v roce je spotřeba a její čas stejný. Dále je možné, že bude docházet ke změně teploty vstupní vody, takže tu také nechám uživatele vyplnit. Pomocí všech zmíněných údajů jsem schopen zjistit, jaké množství

energie bude danou hodinu potřeba k ohřevu vody, a to sice podle kalorimetrické rovnice níže.

$$E_o = (m \times c \times \Delta t) / 3\,600\,000$$

E_o je množství potřebné elektrické energie k ohřevu v kWh , m je množství litrů vody, které je potřeba ohřát, c je měrná tepelná kapacita vody, která je $4\,180\, J \times kg^{-1} \times K^{-1}$, Δt je rozdíl mezi teplotou vody na výstupu a na vstupu a konstanta $3\,600\,000$ slouží pouze pro převod z joulů na kWh .

Kapacita akumulátoru Tento údaj je nezbytný proto, abych mohl provádět simulaci ukládání energie do akumulátoru v případě nadvýroby, a naopak v případě vyšší spotřeby z ní mohl energii čerpat. Rovněž pokud instalace akumulátor neobsahuje, nebude nutné tento údaj vyžadovat.

Dodavatel “virtuální baterie” V první kapitole jsem zmínil možnost využití takzvané “virtuální baterie”, kdy nadbytečnou energii můžeme dodávat do sítě a pak následně dle dodavatele můžeme tuto energii čerpat za určitých podmínek zpět. V případě, kdy tímto dodavatelem bude ČEZ, tak rovněž potřebuji znát cenu silové energie, jelikož právě z té je poskytována sleva.

Výše investice To je velmi důležitý údaj, jelikož budu zkoumat, zdali si tato investice na sebe v průběhu životnosti vydělá. A to sice podle tohoto klíče. Každý rok vezmu výši úspor za elektrickou energii a tu vynásobím jednotkovou cenou elektrické energie pro daný rok. Toto číslo následně diskontuji, a to pomocí následujícího vzorce.

$$P_{nd} = \frac{P_n}{(1 + ((1 + d) \times (1 + i) - 1))^n}$$

P_{nd} je výše diskontované úspory v korunách v roce n , P_n je výše nediskontované úspory v korunách v roce n , d je výše diskontní míry zadána jako desetinné celé číslo, i je výše inflace zadáno jako desetinné celé číslo a n je rok, pro který je výše diskontované úspory počítána. Tato operace je provedena pro každý rok, což lze vyjádřit jako je tomu níže.

$$P_{cd} = \sum_{n=0}^{\text{zivotnost}} P_{nd}$$

P_{cd} je celková výše diskontované úspory v korunách za dobu životnosti, P_{nd} je výše diskontované úspory v korunách v roce n a životnost je rovna maximu ze všech n . Pakliže bude platit, že $P_{cd} > Investice$, tak potom lze tvrdit, že investice do fotovoltaické elektrárny je výhodná.

Už několikrát zde padly pojmy jako “diskontovat” a míra inflace. Smyslem použití diskontu je, aby podstoupení rizika investovat přinášelo větší užitek než bezrizikový výnos. Tím mohou být například státní dluhopisy, avšak ne každého státu. To je dáno ratingovými metodami, které určují míru rizika, že daný stát nebude schopen dostát svým závazkům. Rating České republiky je dle všech dostupných hodnotících metod natolik vysoký, že odpovídá právě bezrizikovému výnosu. Samotný výnos je

proměnný v čase a pohybuje se pod hranicí 2 %. Protože je tento údaj proměnlivý v čase a současně může investor mít jiný druh bezrizikového výnosu, tak nechám vyplnění této hodnoty právě na něm. [4]

Druhý zmíněný faktor je výše inflace. Ta říká, jak moc dochází ke snižování hodnoty peněz v průběhu času. V březnu roku 2020 byla její výše necelá 3,5 %. Její stanovení v čase je opět problematické, jelikož její hodnota je stanovována na základě mnoha navzájem propojených ukazatelů. Během posledních třech let se její hodnota pohybovala mezi 1,7 % až 3,7 %, přičemž z toho průměrná hodnota činí zhruba 2,56 %. Tuto hodnotu tedy užiji v rámci svého modelu, ačkoliv poslední známá hodnota činila téměř o procento více. Toto rozhodnutí činím na základě prostudování průběhu inflace v čase, kdy v rámci zmíněného průběhu opakovaně dochází k oscilaci a současně tato hodnota koresponduje s prognózou České národní banky vydanou v květnu 2020. [4]

Nyní, když již znám celkovou úsporu a způsob, jakým jí spočítám, tuto sumu navýším o případně získané peníze v rámci dotace a odečtu prostředky investované. Pakliže tato částka bude významně záporná, tak instalace takového zdroje není výhodná a pravděpodobně ani nikdy nebude. Současně v případě, kdy tato částka bude záporná, a zároveň nepříliš vzdálená od 0, tak lze hovořit o tom, že v případě použití odlišných parametrů jako je budoucí cena elektrické energie, výše diskontu a inflace, by se výsledek mohl změnit ku prospěchu investice. I proto výpočetní model bude možné nastavovat s různými parametry. A konečně v situaci, kdy tato částka bude kladná, tak lze investici doporučit. Je ale opět nutné mít na paměti, jaká je vzdálenost mezi 0 a vyšší vypočítané úspory, podobně jako tomu bylo v případě záporného výsledku.

6.2 Výpočet jednotlivých variant

V předchozí části kapitoly jsem nastínil, jak bude výpočet obecně probíhat. Každopádně v závislosti na typu zvolené varianty se bude lišit procentuální využití vyrobené energie, jelikož jak už jsem několikrát v této práci zmínil, existuje zde nesoulad spotřeby a výroby v čase. Bude se tedy ku příkladu významně lišit výpočet varianty, která obsahuje akumulátor a která nikoliv. Můj model bude obsahovat celkově 10 variant výpočtu a jednotlivě jsou popsány níže.

6.2.1 Varianty nepřipojené k distribuční síti

Následující dvě varianty odpovídají podoblasti podpory C.3.3.

Pouze výroba TUV V případě této verze instalace dochází k ohřevu vody pouze v případě souladu spotřeby s výrobou. V případě nesouladu dochází buď k maření energie, či k odběru energie z distribuční soustavy. V rámci spotřeby je uvažována pouze ta část spotřebované energie, která je potřebná k ohřevu vody. Její výše je

odvozena z množství spotřebované vody danou hodinu a vstupní teploty kapaliny. Tyto data bude muset uživatel zadat.

Výroba TUV s akumulátorem elektrické energie Jedná se o vylepšenou předchozí variantu, která částečně eliminuje problém nesouladu spotřeby a výroby. Baterie je nabíjena v případě, že je energie vyráběna a nedochází k její spotřebě, a to až do doby, než je kapacita akumulátoru využita či dojde ke spotřebě, která bude vyšší než výroba. Takto uskladněná energie je využita až v momentě, kdy nastane spotřeba a není výroba energie či tato výroba je menší než velikost spotřeby.

6.2.2 Varianty připojené k distribuční síti

Kombinace těchto variant odpovídá všem ostatním podoblastem podpory. Výroba bude vždy primárně kryta výrobou.

Bez příslušenství Nejjednodušší typ instalace, kde dochází ke krytí spotřeby objektu pomocí v ten samý čas vyráběné energie. Zde tedy bude opět docházet k nesouladu spotřeby a výroby, což bude činit tuto možnost jen obtížně výnosnou. Tato možnost neodpovídá žádné z podoblastí, nicméně pro názornost problému výroby a spotřeby jsem jej implementoval.

S TUV Stejná instalace jako ta předchozí, která navíc obsahuje jednotku pro výrobu TUV. Tato možnost může odpovídat variantám C.3.4, C.3.8 či C.3.9. Velikost spotřeby, která je získána pomocí přepočtu TDD, je v tomto případě navyšována o energii, která je potřebná k ohřevu vody. Její výše je stanovena z množství spotřebované vody a teploty vody na vstupu. Stále přetrvává problém s nesouladem výroby a spotřeby.

S TUV a akumulátorem elektrické energie K variantě výše byla přidána baterie, která odstraňuje tolik opakovaný problém s nesouladem. V případě nadvýroby dochází k ukládání energie, a to až do výše kapacity akumulátoru. V opačném případě je energie postupně vyzvedávána, a to až do jejího vyčerpání.

S TUV, akumulátorem elektrické energie a virtuální baterií Tato varianta je tou nejsložitější, jelikož obsahuje všechny z možných komponent. Nejprve je ke převedené spotřebě z TDD připočítána spotřeba na ohřev vody. Pokud je tato spotřeba nižší, než je výroba, tak je třeba rozhodnout o tom, co s přebytečnou energií. Ta bude primárně směřována do fyzické baterie a až po jejím 100 % využití bude energie "ukládána" do baterie virtuální. V případě vyšší spotřeby je energie nejprve odebírána z fyzické baterie a až poté z baterie virtuální.

S výrobou TUV a virtuální baterií Varianta výše, akorát bez fyzické baterie. Virtuální baterie se nyní chová podobně jako baterie fyzická, s tím že není omezena její kapacita.

S akumulátorem elektrické energie Tato a následující varianty jsou pouze odnože variant výše s tím, že neobsahují jednotku pro výrobu TUV a tedy spotřeba není o energii k ohřevu navýšena. Díky akumulátoru je podchycen problém s případným nesouladem.

S akumulátorem elektrické energie a virtuální baterií Přidání virtuální baterie k fyzické může zvýšit procento využití energie, avšak rovněž může i snížit výnosnost celé investice. V případě vyšší spotřeby je čerpáno nejprve z fyzické a následně z virtuální baterie.

S virtuální baterií Poslední možnost, kdy pro uložení energie slouží pouze virtuální baterie. Spotřeba je pokrývána primárně výrobou a až pak je čerpáno z virtuální baterie, pokud ovšem není “prázdná”.

6.3 Tvorba

Se znalostí jednotlivých parametrů a způsobu výpočtu jednotlivých variant už jen stačí přenést model do reálné podoby. Ten připojím k mému rozhodovacímu modelu a bude využívat některých dat, aby je uživatel nemusel vyplňovat zbytečně znovu. Vytvořil jsem tedy další list, kde budu po uživateli požadovat již zmíněná data. Dále jsem vytvořil list, kde bude probíhat samotný výpočet. Tam jsem nahrál dostupné TDD a zajistil jejich přepočtení dle uživatelova vstupu. [8] Dále jsem ve sloupcích vytvořil různé přepočty spotřeby dle jednotlivých variant a pomocí skriptu vyberu vždy ten správný. Některé vzorce pro získání přepočtené spotřeby jsou komplexnější a obsahují i desítky podmínek k dosažení správného výstupu. Dále porovnávám přepočtenou spotřebu s tou výchozí. Rozdíl mezi těmito hodnotami je využitá energie z FV zdroje. Množství této energie následně násobím cenou elektrické energie daný rok. Pro elektrickou energii a míru inflace jsem vytvořil další samostatný list, stejně tak pro spotřebu vody v průběhu roku. Dále v případě, že je použita služba virtuální baterie, je potřeba rozlišovat kolik energie bylo celkově uloženo a odebráno. Z těchto údajů je vypočtena úspora za využití služeb virtuální baterie. Součet těchto dvou čísel je nediskontovaná úspora vybraný rok. Skript tuto operaci opakuje pro každý rok v rámci životnosti projektu. V průběhu tohoto výpočtu může počet hodnot na tomto listě dosáhnout i přes 815 000 hodnot, takže operace je na provedení poměrně náročná. Nyní zbývá pouze uživateli výsledek odprezentovat. Na to slouží poslední list, kde je zobrazena celková úspora a bilance pro každý rok životnosti. Model je tedy dokončen a nyní jej zbývá otestovat na nějakém příkladě. Samotný model je součástí této práce a lze jej najít v rámci příloh.

Kapitola 7

Reálný příklad



Obrázek 7.1: Rodinný dům s instalovaným FV zdrojem

V rámci ukázky mnou vytvořených modelů jsem se rozhodl zjistit návratnost investice na FV zdroj, který je umístěn na rodinném domě. Samotný dům se nachází ve Středočeském kraji a je trvale obýván 2 osobami. Použitý FV zdroj má instalovaný výkon 2 kWp , který je zajišťován pomocí 8 panelů. Ty jsou instalovány pod sklonem 30° a s azimutem 15° . Jejich deklarovaná účinnost je $15,37 \%$. Výrobce

garantuje účinnost 85 % oproti nominální hodnotě po 25 letech. Typ instalace odpovídá podoblasti C.3.3 a vlastník podporu z této podoblasti obdržel. Použitý bojler má kapacitu 200 litrů. Investovaná částka činila 110 000 Kč. Instalace disponuje zařízením MPPT, avšak neobsahuje žádné další komponenty. V rámci místního šetření byly získány hodnoty spotřeby TUV v průběhu roku.

Použití rozhodovacího modelu

Ačkoliv jsem již zmínil, že vlastník dotaci obdržel, tak jsem získaná data použil v rámci svého rozhodovacího modelu. Po jejich vložení jsem došel ke stejnému závěru, neboli k přiznání dotace C.3.3 a C.5, což je zřejmé z obrázku 7.2.

Formulář		
Název kritéria	Hodnota	Informace
Zadejte datum žádosti	26.06.2018	Zadaný vstup vyhovuje výzám C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5, C.3.6 a C.3.7
Vyberte zemi, kde se objekt nachází	Česká republika	Zadaný vstup vyhovuje výzám C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5, C.3.6 a C.3.7
Zvolte typ použitých fotovoltaických článků	Mono či polykrystalické	Zadaný vstup vyhovuje výzám C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5, C.3.6 a C.3.7
Zadejte účinnost použitých fotovoltaických článků [%]	15	Zadaný vstup vyhovuje výzám C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5, C.3.6 a C.3.7
Je fotovoltaický systém instalován na rodinném či bytovém domě nebo na pozemcích jím náležejícím	Ano	Zadaný vstup vyhovuje výzám C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5, C.3.6 a C.3.7
Obsahuje instalace technologii pro sledování bodu maximálního výkonu	Ano	Zadaný vstup vyhovuje výzám C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5, C.3.6 a C.3.7
Jsou v instalaci použity olověné startovací či Ni-Cd akumulátory	Ne	Zadaný vstup vyhovuje výzám C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5, C.3.6 a C.3.7
Zvolte typ objektu	Rodinný dům	Zadaný vstup vyhovuje výzám C.3.3, C.3.4, C.3.5, C.3.6 a C.3.7
Je zdroj propojen s distribuční sítí	Ne	Zadaný vstup vyhovuje výzám C.3.3
Obsahuje instalace akumulační zásobník tepla	Ano	Zadaný vstup vyhovuje výzám C.3.3
Zadejte měrný objem použitého akumulačního zásobníku tepla vztažený k instalovanému výkon [l/kWp]	100	Zadaný vstup vyhovuje výzám C.3.3
Zadejte jakou část potřebného tepla na výrobu teplé vody instalace zajistí [%]	68	Zadaný vstup vyhovuje výzám C.3.3
Zvolte kraj ve kterém se bytový dům nachází	Středočeský	Zadaný vstup vyhovuje výzám C.3.3
Výše přiznané dotace [Kč]	40 000	C.3.3 a C.5

Obrázek 7.2: Použití rozhodovacího modelu

Použití výpočetního modelu

Dále jsem získaná data vložil do svého výpočetního modelu. Ta jsou uvedena na obrázku 7.3 a spotřeba TUV poté na obrázku 7.4.

Dotaz	Hodnota	Informace
Velikost instalovaného výkonu [kWp]	2	Pokud jste zadali tuto hodnotu v předchozím formuláři, hodnota bude automaticky vložena
Zadejte gps souřadnice, kde se instalace nachází formát [Šířka];[Délka]		Zadejte ve formátu DDD.DDDDD. Například tedy 50.081123;16.304123
Zadejte sklon, pod jakým jsou FV panely instalovány [°]	30	Pokud chcete, aby bylo počítáno s optimálními hodnotami, nic nevyplňujte
Zadejte azimut, s jakým jsou FV panely instalovány [°]	15	Pokud chcete, aby bylo počítáno s optimálními hodnotami, nic nevyplňujte
Účinnost použitých článků [%]	15,37	Pokud jste zadali tuto hodnotu v předchozím formuláři, hodnota bude automaticky vložena
Životnost instalace [roky]	25	
Deklarovaná účinnost panelů po 25 letech [%]	85	Zadejte účinnost použitých FV panelů po 25 letech. Tento údaj obvykle dává výrobce k dispozici
Zvolte TDD, do něhož spadáte	TDD4 ČR	Vaše TDD naleznete na faktuře od Vašeho dodavatele elektřiny
Vaše cena kWh [Kč]	4,2	Zadejte cenu za jednotku elektřiny. Pokud používáte vysoký a nízký tarif, tak uveďte hodnotu průměrnou hodnotu, kterou získáte jako podíl množství odebrané elektrické energie za rok a výši platby
Zadejte procentuální nárůst ceny elektřiny za 25 let oproti dnešnímu stavu [%]	15	V případě, že zadáte záporné číslo, bude to bráno jako pokles ceny
Obsahuje instalace akumulární zásobník tepla	Ano	Pokud jste zadali tuto hodnotu v předchozím formuláři, hodnota bude automaticky vložena
Zadejte výkon bojleru [kW]	2,2	
Je zdroj připojen k distribuční soustavě	Ne	Pokud jste zadali tuto hodnotu v předchozím formuláři, hodnota bude automaticky vložena
Obsahuje instalace akumulátor	Ne	Pokud jste zadali tuto hodnotu v předchozím formuláři, hodnota bude automaticky vložena
Zadejte částku, kterou celkově zaplatíte za novou fotovoltaiku (neodečítejte příznanou dotaci) [Kč]	80 000	Zadejte částku, za kterou můžete tento systém pořídit
Zadejte sazbu, kterou můžete zhodnotit své finanční úspory [%]	1,28	Standardně je tato hodnota rovna míře bezrizikového výnosu. Zde zadejte výši sazby, kterou můžete alternativně zhodnotit své prostředky. Počítá se klasickým úročením jednou ročně
Zadejte Vaši celkovou spotřebu za rok, která bude nejlépe odpovídat roční spotřebě po dobu životnosti [kWh]	2500	Zadejte hodnotu spotřeby elektrické energie za poslední rok

Obrázek 7.3: Vstupní data výpočetního modelu

Vyplňte tabulku s typickou spotřebou v litrech pro jednotlivé měsíce a hodiny																																																	
Pořadové číslo měsíce	Hodina/Měsíc	Teplota vody na vstupu [°C]	Požadovaná teplota na výstupu [°C]																																														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																						
1	Leden	8	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	180	5	5	25	0												
2	Únor	9	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	180	5	5	24	0								
3	Březen	10	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	180	5	5	23	0							
4	Duben	11	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	180	5	5	22	0						
5	Květen	12	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	155	5	5	21	0					
6	Červen	15	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	155	5	5	20	0				
7	Červenec	15	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	155	5	5	20	0			
8	Srpen	15	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	155	5	5	20	0			
9	Září	12	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	180	5	5	21	0			
10	Říjen	11	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	180	5	5	22	0		
11	Listopad	10	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	180	5	5	23	0	
12	Prosinec	9	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	180	5	5	24	0

Obrázek 7.4: Vstupní data výpočetního modelu

Po dokončení operace se zobrazil výsledek a to nepříliš příznivý, ten je k vidění na obrázku 7.5

Výsledek výpočetní operace	
Investice do FV elektrárny [Kč]	110 000
Úspora za elektrickou energii [Kč]	65 408
Diskontovaná úspora [Kč]	42 455
Výše dotace [Kč]	40 000
Rozdíl [Kč]	-27 545
Doporučení:	Neinvestovat do FV - Použijte alternativní zhodnocení prostředků

Obrázek 7.5: Výstup výpočetního modelu

Výnos takto nastaveného modelu je - 27 545 Kč. Když uvážím, že investor použil pouze 70 000 Kč vlastních prostředků, tak stále investice získala zpět zhruba jen 61 % vlastních investovaných prostředků, což není lichotivý výsledek. Jen těžko se dá hovořit o špatně nastaveném modelu, jelikož ztráta není ku investovaným prostředkům malá. V případě, kdyby model zanedbal diskontování a inflaci, tak výnos je stále negativní a sice přes 14 tisíc korun. Investice by se přehoupla do

plusu v případě, že by cena 1 kWh v nultém roce byla necelých 7 Kč. Aby se tedy tato instalace stala výnosnou v rámci mého modelu, musela by být levnější o 28 tisíc korun. Příčinu takového výsledku spatřuji v instalaci jako takové, která nedisponuje baterií pro ukládání energie v době, kdy spotřeba nenastává. Jak se situace změní, jestliže v rámci výpočtu přidám tuto baterii a v rámci jejího přidání navýším investovanou částku o 40 000 Kč, shrnuje obrázek 7.6.

Výsledek výpočetní operace	
Investice do FV elektrárny [Kč]	150 000
Úspora za elektrickou energii [Kč]	169 217
Diskontovaná úspora [Kč]	108 475
Výše dotace [Kč]	40 000
Rozdíl [Kč]	-1 525
Doporučení:	Neinvestovat do FV - Použijte alternativní zhodnocení prostředků

Obrázek 7.6: Výstup výpočetního modelu

I přes přidání avizované baterie je systém stále neziskový. Avšak v tomto případě je ztráta velmi malá a činí zhruba 1 %. Když tedy bude částka na přidání baterie o kapacitě 1,44 kWh a vyšší menší než 38 475 Kč, tak investice bude výhodná. V tomto případě už je významné hovořit o tom, jestli je simulace správně nastavena. I při jen velmi mírné změně vstupních parametrů, jako je výše bezrizikového výnosu, inflace či například ceny elektrické energie může rovněž dojít ke změně doporučení investovat. Dále provedu simulaci, kdy k instalaci přidám dalších 6 panelů, což se projeví ve zvýšení výkonu o 1,5 jednotky na celkových 3,5 kWp. Cena těchto panelů se pohybuje okolo 30 000 Kč o které investici znovu navýším.

Výsledek výpočetní operace	
Investice do FV elektrárny [Kč]	180 000
Úspora za elektrickou energii [Kč]	177 536
Diskontovaná úspora [Kč]	113 824
Výše dotace [Kč]	40 000
Rozdíl [Kč]	-26 176
Doporučení:	Neinvestovat do FV - Použijte alternativní zhodnocení prostředků

Obrázek 7.7: Výstup výpočetního modelu

Zvýšení instalovaného výkonu o 1,5 kWp přineslo ročně úsporu pouze necelých 100 kWh . Takovou úpravu systému tedy nelze doporučit, vzhledem k velikosti navýšení investované částky. Nicméně v této situaci by bylo již vhodné systém propojit s distribuční sítí, což by umožnilo použití virtuální baterie a nově by vlastník dosáhl na lepší podoblasti podpory. Například aby byla získána dotace C.3.5, tak bude nutné navýšit kapacitu akumulátoru, která v případě instalovaného výkonu 2 kWp musí být alespoň 2,5 kWh .

Odhadovat cenu takového systému mi nepřišlo vhodné a našel jsem tedy na internetu následující nabídku. Instalovaný výkon 5,04 kWp , systém bude splňovat dotaci C.3.7, baterie o kapacitě 9,36 kWh , účinnost panelů 17,1 % a po 25 letech 83,6 % nominální hodnoty. Pořizovací cena činí 316 732 Kč. Ostatní údaje zůstávají beze změny. [23]

Po vložení těchto údajů do mého modelu jsem získal následující data.

Výsledek výpočetní operace	
Investice do FV elektrárny [Kč]	316 732
Úspora za elektrickou energii [Kč]	248 919
Diskontovaná úspora [Kč]	159 789
Výše dotace [Kč]	160 000
Rozdíl [Kč]	3 057
Doporučení:	Investice do FV je vhodná - alternativní výnos nepřináší větší užitek

Obrázek 7.8: Výstup výpočetního modelu

Investice do takového systému by se dle výstupu simulace vyplatila, ačkoliv se opět nejedná o přesvědčivý výsledek.

Rozhodl jsem se ještě na internetu najít jiného dodavatele řešení, které je v rámci tohoto rodinného domu realizováno. Nalezl jsem nabídku, kde výše investice dosahuje 87 400 Kč. Avšak tato částka neobsahuje zařízení pro výrobu TUV. To jsem ohodnotil částkou 10 000 Kč, což je průměrná tržní cena stejného bojleru, který je použitý v současné instalaci. Celkovou výši investice jsem tedy stanovil na 100 000 Kč. Deklarovaná účinnost panelů je 17,11 % a po 25 letech dojde k poklesu na 80 % výchozí hodnoty. Instalovaný výkon je 2,24 kWp. [3]

Výsledek výpočetní operace	
Investice do FV elektrárny [Kč]	100 000
Úspora za elektrickou energii [Kč]	70 292
Diskontovaná úspora [Kč]	45 591
Výše dotace [Kč]	40 000
Rozdíl [Kč]	-14 409
Doporučení:	Neinvestovat do FV - Použijte alternativní zhodnocení prostředků

Obrázek 7.9: Výstup výpočetního modelu

Ani v případě této instalace s TUV jsem nedospěl k výrazně lepšímu výsledku. Použití technického řešení, které respektuje podoblast C.3.3, se tedy nejvíce výhodně za stanovených podmínek.

Závěr

V rámci této práce došlo k revizi podporovaných fotovoltaických systémů a jednotlivých podmínek podpory. Na základě těchto údajů jsem vytvořil grafický a funkční rozhodovací model, který tyto skutečnosti mapuje. Případně přiznaná dotace byla následně použita v rámci výpočetního modelu, jehož funkce je odhalení výnosnosti daného systému. Samotná výnosnost FV systému spočívá v množství energie, které není nutné odebrat z distribuční sítě. Pro danou lokalitu je vždy dáno nějaké množství energie, které lze využít. Nicméně u jednotlivých variant instalací je procentuální využití této energie různé. Poté co je znám rozdíl reálné spotřeby z distribuční sítě a spotřeby očištěné o energii z FV systému, je toto číslo vynásobeno cenou elektrické energie daný rok, čímž je získána úspora v Kč. Tuto úsporu ještě očištím o inflaci a zahrnu sazbu za podstoupené riziko. Suma těchto částek za dobu životnosti společně s dotací je porovnána s vyšší investice, čímž je získána výnosnost systému. Samotný výsledek je závislý na nespočtu faktorů, mezi něž patří například dopadající záření, míra inflace, výše bezrizikového výnosu či cena elektřiny v čase. Zkrátka nelze poručit větru dešti, avšak díky mnou vytvořenému modelu lze simulovat nekonečně mnoho scénářů a za poměrně nízkou cenu, kterou je nutnost měnit vstupní data, která jsem zmínil v minulé větě. Co ale ze všech provedených výpočtů vyplývá, je skutečnost, že bez dotační podpory z programu “Nová zelená úsporám” by žádná z výše uvedených investic nedávala smysl. Otázkou tedy zůstává, jestli za současné situace dojde k prodloužení či obnovení dotačního programu po vypršení jeho platnosti. Věřím, že pokud tomu tak nebude a zároveň neklesnou ceny instalací, dojde k významnému poklesu počtu instalovaných zdrojů na rodinné domy.

Literatura

- [1] BLOOMBERG NEWS EDITORS. *Egypt Brings Online First Plant in 1.8-GW Solar Park* [online]. 2018 [cit. 2020-01-18]. Dostupné z: <https://www.renewableenergyworld.com/2018/03/14/egypt-brings-online-first-plant-in-1-8-gw-solar-park/#gref>
- [2] *Bonus S-Power s efektem virtuální baterie – podmínky používání produktu* [online], 1 [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <https://www.s-power.cz/wp-content/uploads/podminky-bonus-s-power.pdf>
- [3] *33 Malá FVE s akumulací do boileru* [online], [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://www.acdcsystems.cz/produkty/c33-mala-fve-s-akumulaci-do-boileru/>
- [4] *Česká národní banka* [online], [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/>
- [5] *EIA: Energy Information Administration* [online]. [cit. 2020-01-18]. Dostupné z: <https://www.eia.gov>
- [6] *Elektrina pro soláry* [online], 1.4.2015, 1 [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/pece-a-podpora/cez-faq_elektrina-pro-solary_a4_201704.pdf
- [7] *Elventil* [online], [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://www.elventil.cz/>
- [8] *Energetický regulační úřad* [online], Jihlava [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/>
- [9] *I4wifi* [online], [cit. 2020-02-04]. Dostupné z: <https://www.i4wifi.cz/>
- [10] *Implementační plán Strategického rámce Česká republika 2030*, Dostupné také z: <https://bit.ly/2RZZYtb>
- [11] *ITnetwork.cz* [online], 2013. [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://www.itnetwork.cz/navrh/uml/>
- [12] HASELHUHN, Ralf, 2011. *Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu*. Ostrava: HEL. ISBN 978-808-6167-336.
- [13] *Hybridní fotovoltaický systém* [online], [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://www.solareni.cz/a-7-hybridni-fotovoltaicky-system.html>

- [14] *Chytré vypínače* [online], [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://www.chytrevypinace.cz/>
- [15] *Large Combustion Plants* [online], [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/large-combustion-plants-0>
- [16] *Markets Insider* [online], [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://markets.businessinsider.com/>
- [17] MASSON, Gaëtan a Izumi KAIZUKA. *Trends 2018 in photovoltaic applications: 23rd edition* [online]. 2018 [cit. 2020-01-17]. ISBN 978-3-906042-79-4. Dostupné z: http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/2018_iea-pvps_report_2018.pdf
- [18] *OEnergetice* [online], [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/>
- [19] O'NEILL, Brendon, *Types of Solar Panels Explained* [online]. In: . 2017 [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: <https://www.canstarblue.com.au/solar-power/solar-panels-types/>
- [20] *OTE a.s.: Operátor trhu s elektřinou* [online]. [cit. 2020-01-17]. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs>
- [21] *PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM* [online], 2019. Ispra [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html##PVP
- [22] *Solární Experti* [online], České Budějovice [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <https://www.solarniexpert.cz/>
- [23] *Solární elektrárna s akumulací pro NZÚ C.3.7 - 5,04 kWp / až 10,5 kW s gelovou baterií 9,36kWh* [online], [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <http://solarni-panely.cz/katalog-produktu/solarni-elektrarna/solarni-elektrarna-s-akumulaci-pro-nzu-c-3-7-5-04-kwp-az-10-5-kw-s-gelovou-baterii-9-36kwh>
- [24] *Solární systém s Virtuální baterií: váš krok k energetické soběstačnosti* [online], 15.5.2018, 7 [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: https://www.eon-solar.cz/static/files/EON_Virtualni_baterie_specifikace_v18.pdf
- [25] *Terms a.s.* [online], [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <http://www.termsenergy.cz>
- [26] *TZB-info* [online], [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/>
- [27] VOJÁČEK, Antonín, *Začínáme s fotovoltaickými panely* [online]. In: . 23.11.2009 [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/6068-zaciname-s-fotovoltackymi-panely>
- [28] *Zelená úsporám* [online]. [cit. 2020-01-25]. Dostupné z: <https://www.novazelenausporam.cz>

Seznam obrázků

1.1	Druhy fotovoltaických panelů [19]	12
1.2	Typy zapojení [9]	14
1.3	Zužitkovatelná energie na oblast České republiky [21]	16
1.4	Příklad systému v ostrovním režimu [22]	17
1.5	Příklad systému připojeného k distribuční soustavě [22]	18
2.1	Příklad výroby a spotřeby energie	22
3.1	Ostrovní fotovoltaický systém s akumulací do vody [22]	25
3.2	Elektrický ventil a chytrá zásuvka SonOff S20 [14, 7]	26
3.3	Vývoj cen emisních povolenek [16]	27
3.4	Fotovoltaický systém s tepelným využitím přebytků [25]	28
3.5	Fotovoltaický systém s akumulací elektrické energie [13]	28
3.6	Fotovoltaický systém spolupracující se systémem vytápění a přípravy teplé vody s tepelným čerpadlem [26]	29
4.1	Příklad výkupních cen [8]	32
4.2	Příklad zeleného bonusu [8]	33
4.3	Oblasti podpory v rámci programu Nová zelená úsporám [28]	34
4.4	Odborný posudek	40
4.5	Aktivní programy v rámci Nová zelená úsporám [28]	41
5.1	Objekty rozhodovacího modelu	45
5.2	Ukázka grafického rozhodovacího modelu	46
5.3	Zjednodušený grafický rozhodovací model	47
5.4	Náhled grafického rozhodovacího modelu	48
5.5	Ukázka rozhodovacího modelu	49

7.1	Rodinný dům s instalovaným FV zdrojem	57
7.2	Použití rozhodovacího modelu	58
7.3	Vstupní data výpočetního modelu	59
7.4	Vstupní data výpočetního modelu	60
7.5	Výstup výpočetního modelu	60
7.6	Výstup výpočetního modelu	61
7.7	Výstup výpočetního modelu	62
7.8	Výstup výpočetního modelu	63
7.9	Výstup výpočetního modelu	64

Seznam tabulek

1.1	Ceník za využití virtuální baterie [24]	19
4.1	Podmínky podoblasti C.3.3	35
4.2	Podmínky podoblastí C.3.4 a C.3.9	36
4.3	Podmínky podoblastí C.3.5, C.3.6 a C.3.7	36
4.4	Podmínky podoblasti C.3.8	37
4.5	Podmínky podoblasti C.3.2	38

Příloha A

Grafický rozhodovací model

Na následující stránce je k nalezení zpracovaná grafická verze rozhodovacího modelu.

