

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení stavebnictví

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

2019

Martin Šůs

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Šůs** Jméno: **Martin** Osobní číslo: **410108**  
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**  
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení stavebnictví**  
Studijní program: **Stavební inženýrství**  
Studijní obor: **Stavební management**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Malé fotovoltaické elektrárny**

Název diplomové práce anglicky:

**Small photovoltaic power plants**

Pokyny pro vypracování:

Současný stav výroby a spotřeby energie ve světě  
Obnovitelné zdroje energie s důrazem na tzv. solární boom  
Předinvestiční a investiční fáze výstavby FVE (vč. legislativy, dotací aj.)  
Likvidační fáze FVE – vč. ekologického pohledu

Seznam doporučené literatury:

Ministerstvo životního prostředí, Obnovitelné zdroje energie – Povolovací procesy. Praha : Ministerstvo životního prostředí, 2009. ISBN 978-80-7212-521-0  
MAREČEK, J., DOLEŽAL, J., SEDLÁČKOVÁ, V., SKLENÁŘ, T., TUNKA, M., VOBRÁTILOVÁ, Z. Komentář ke stavebnímu zákonu a předpisy související. Plzeň : Aleš Čeněk, s.r.o., 2003. ISBN 978-80-7380-430-5  
MESSENGER, R.A., VENTRE, J. Photovoltaic systems engineering – third edition. Boca Raton : CRC Press, 2010. ISBN 978-1-4398-0292-2  
BALFOUR, J., SHAW, M., NASH, N.B., Advanced photovoltaic systems design. Burlington : Jones & Bartlett Learning, 2013. ISBN:978-1-4496-2489-9  
LIBRA, M., POULEK, V., Fotovoltaika, teorie i praxe při využití solární energie. Praha : ILSA, 2009. ISBN 978-80-904311-0-2

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**doc. Ing. Dana Měšťanová, CSc., katedra ekonomiky a řízení stavebnictví FSv**

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

\_\_\_\_\_

Datum zadání diplomové práce: **11.10.2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **06.01.2019**

Platnost zadání diplomové práce: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Dana Měšťanová, CSc.  
podpis vedoucí(ho) práce

\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) katedry/ústavy

\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Jiří Máca, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

## Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze .....

.....

Bc. Martin Šůs

## Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí mé diplomové práce doc. Ing. Daně Měšťanové, CSc. za cenné rady, ochotu, trpělivost a odborné vedení při psaní této práce.

Malé fotovoltaické elektrárny

Small photovoltaic power plants

## Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá obnovitelnými zdroji energie a jejich využitím k výrobě energie. Cílem této práce je především zpracování podrobného návodu k výstavbě malé fotovoltaické elektrárny na střeše vlastní nemovitosti. Práce je rozdělena na teoretickou praktickou a část. Teoretická část je věnována především současnému stavu výroby energie ve světě a v České republice a podílu jednotlivých zdrojů energie na celkovém množství dodané energie. Teoretická část je zakončena rozdělením solárních systémů. Praktická část je věnována hlavnímu cíli práce, kterým je podrobný popis postupu při realizaci vlastního fotovoltaického systému s využitím dotačního programu Nová zelená úsporám. Tato část je rozdělena na předinvestiční, investiční a provozní fázi. Na konci praktické části je zpracována i likvidační fáze realizace z ekologického pohledu a případová studie porovnání finančního aspektu fotovoltaického systému vůči odebírání elektrické energie z distribuční sítě.

## Abstract

This diploma thesis deals with renewable energy sources and their use for energy production. The aim of this work is to elaborate detailed instructions for construction of a small photovoltaic power plant on the roof of own real estate. The thesis is divided into the theoretical practical part. The theoretical part is devoted mainly to the current state of energy production in the world and in the Czech Republic and the share of individual sources in the total amount of energy supplied. The theoretical part is finished by the division of solar systems. The practical part is devoted to the main aim of the thesis, which is a detailed description of the procedure for realization of own photovoltaic system using the grant program New green savings. This part is divided into pre-investment, investment and operational phases. At the end of the practical part, the liquidation phase of the realization from an ecological point of view is also elaborated and a case study comparing the financial aspect of the photovoltaic system with the drawing of electricity from the distribution network.

## Klíčová slova

Zdroj energie, elektrická energie, obnovitelný zdroj energie, solární energie, fotovoltaický systém, fotovoltaika, elektrárna, dotace, podpora, Nová zelená úsporám, postup, realizace, územní řízení, územní souhlas, předinvestiční fáze, investiční fáze, provozní fáze, likvidační fáze, distribuční síť

## Keywords

Energy source, electrical energy, renewable energy source, solar power, photovoltaic system, photovoltaics, power plant, subsidy, support, New green savings, progress, realization, territorial management, territorial approval, pre-investment phase, investment phase, operational phase, liquidation phase, distribution network

# Obsah

Úvod .....	10
Teoretická část diplomové práce .....	12
1. Výroba energie ve světě.....	13
1.1. Hlavní zdroje světové energie a vývoj jejich využívání .....	15
1.2. Zdroje světové energie a jejich využití jednotlivými státy.....	18
1.3. Výroba elektrické energie ve světě.....	22
1.3.1. Produkce elektrické energie ve světě.....	23
1.3.2. Výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů ve světě .....	24
1.4. Hlavní světoví producenti skleníkových plynů a jejich vliv .....	25
1.5. Ochrana životního prostředí politickými subjekty .....	28
1.5.1. Ochrana životního prostředí ve světě.....	28
1.5.2. Ochrana životního prostředí v Evropě.....	29
1.5.3. Ochrana životního prostředí v ČR .....	30
2. Výroba energie v ČR.....	31
2.1. Výroba elektrická energie v ČR.....	33
2.2. Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů v ČR.....	34
2.3. Výroba elektřiny fotovoltaickými elektrárnami v ČR.....	36
2.3.1. Solární boom v ČR .....	38
3. Solární systémy .....	41
3.1. Solární termické systémy .....	41
3.1.1. Dělení solárních termických systémů.....	42
3.2. Solární fotovoltaické systémy .....	43
3.2.1. Dělení fotovoltaických systémů .....	43
3.2.2. Součásti fotovoltaického systému.....	47
3.2.3. Optimální orientace a sklon fotovoltaického panelu.....	57
3.2.4. Sluneční svit v ČR.....	58
Praktická část diplomové práce .....	60
4. Realizace vlastní malé fotovoltaické elektrárny .....	61
4.1. Způsoby realizace .....	61
4.2. Předinvestiční fáze projektu.....	62
4.2.1. Určení vhodnosti pozemku .....	63
4.2.2. Soulad s územním plánem obce.....	63
4.2.3. Volba typu a velikosti fotovoltaické elektrárny .....	63
4.2.4. Typ připojení k distribuční síti .....	65



4.2.5.	Výběr dodavatele projektové dokumentace .....	66
4.2.6.	Žádost o uzavření smlouvy o připojení s provozovatelem distribuční soustavy.....	67
4.3.	Investiční fáze projektu.....	69
4.3.1.	Povolovací proces záměru.....	70
4.3.2.	Žádost o podporu z programu Nová zelená úsporám .....	74
4.3.3.	Výstavba projektu.....	81
4.3.4.	Připojení elektrárny k síti a její zprovoznění.....	82
4.4.	Provozní fáze projektu.....	85
4.4.1.	Provoz fotovoltaické elektrárny .....	85
4.5.	Likvidační fáze projektu.....	86
5.	Případová studie provozu rodinného domu .....	89
Závěr .....		95
Seznam tabulek.....		99
Seznam obrázků.....		99
Použitá literatura.....		101
Internetové zdroje.....		103
Seznam příloh.....		106

# Úvod

Způsob a důsledky výroby energie na celém světě jsou v posledních několika desetiletích velmi vážným tématem. Jde především o vyčerpatelnost fosilních zdrojů a jejich vliv na globální změnu klimatu. Mezi největší iniciátory patří Evropa v čele s Evropskou Unií, která se snaží o čím dál tím větší využívání obnovitelných zdrojů energie na úkor zdrojů fosilních. Jedná se o směrnice, které členskými státy dávají za cíl implementaci výroby energie z obnovitelných zdrojů do svého energetického mixu. Ty jsou pak povinné vnést tyto směrnice do svých zákonů a motivovat své občany k využití obnovitelných zdrojů k výrobě energie.

Česká republika se tohoto cíle mimo jiné snaží dosáhnout pomocí dotačního programu Nová zelená úsporám. Ten je určen v kategorii obnovitelných zdrojů energie k podpoře instalací termických a fotovoltaických systémů na stavby uvedené v katastru nemovitostí. Zde se protíná snaha Evropské unie s motivací občanů České republiky. Stát si od tohoto dotačního programu slibuje nárůst instalací malých solárních elektráren na střechách rodinných domů. Tyto systémy budou jednak zvyšovat procentuální zastoupení obnovitelných zdrojů energie na energetickém mixu státu, ale zároveň budou šetřit finance svým uživatelům.

Teoretická část této práce slouží jako důležitý úvod do problematiky obnovitelných zdrojů energie. V úvodní části je zaměřena na přehled dodávané energie po celém světě a způsob její výroby. Přesněji řečeno procentuální využití jednotlivých zdrojů energie. Dále je ve stejném duchu popsána energie elektrická. Po celosvětovém přehledu je práce zaměřena na energetický mix České republiky. Vzhledem k tématu práce je detailněji popisována především solární energie v čele s fotovoltaickými systémy. Teoretická část je zakončena popisem solárních systémů.

Hlavním cílem této práce je objasnění a usnadnění postupu při realizaci malé fotovoltaické elektrárny na střeše vlastní nemovitosti. Zákony České republiky, především ten stavební, nepatří k nejjednodušším. Spojením s možnostmi dotačního programu a různými druhy fotovoltaických elektráren už je celý postup natolik složitý, že by mohl případné zájemce od samotné realizace odradit. Tato práce tedy ve své praktické části shrnuje a vysvětluje jednotlivé

kroky, které investora při realizaci malé fotovoltaické elektrárny čekají. Jsou vysvětleny od předinvestiční fáze, přes investiční až po provozní fázi realizace. Po provozní fázi je u fotovoltaických systémů důležitá i jejich likvidace. Ta je řešena z pohledu možné recyklace jednotlivých komponent systému. V závěru je pak případová studie na rodinném domě v Říčanech u Prahy. Na té je znázorněno, jak by se jeho majitelům na základě proplacených účtů za elektrickou energii v průběhu 12 let provozu finančně vyplatilo využít dnešní možnosti dotačního programu.

Druhotným cílem práce je pak možné ušetření financí investora při samotné realizaci. Porozumění celkovému postupu realizace fotovoltaického systému je důležité pro výběr správné elektrárny, ale i pro její následný bezproblémový provoz a údržbu. Při poptávání jakéhokoliv subjektu je nutné rozumět tématu natolik, aby bylo možné správně definovat požadavek a posoudit relevantnost nabízené ceny materiálu a práce, respektive nabídky.

# Teoretická část diplomové práce

# 1. Výroba energie ve světě

Tématem této diplomové práce je návodný postup, který by měl vést k co největšímu zjednodušení a úspoře financí při stavbě malé fotovoltaické elektrárny (dále jen „FVE“). K tomuto kroku přistupují lidé z vícero důvodů. Prvním může být například dlouhodobá vize vedoucí k úspoře nákladů za elektrickou energii. Dalším může být ochrana životního prostředí pomocí výroby vlastní elektrické energie, nebo ušetření financí při realizaci rodinného domu z důvodu získání dotace. Dalším důvodem může být i záliba v moderních technologiích a jejich uplatnění na vlastní nemovitosti. Důvodů k výstavbě fotovoltaického systému může být opravdu mnoho.

Stát se rozhodl toto rozhodnutí podporovat jak z iniciativy své, tak z iniciativy Evropské unie (dále jen „EU“). Svým dotačním programem Nová zelená úsporám (dále jen „NZÚ“) se v oblasti solárních elektráren rozhodl podporovat jejich výstavbu. Ta je řízena směrnicí č. 2/2015 Ministerstva životního prostředí, která nabyla účinnosti 1.4.2015. O podporu je možné žádat do 31.12.2021, nebo do vyčerpání alokovaných prostředků. Motivací k tomuto kroku byla podpora úspory spotřebované energie a využívání obnovitelných zdrojů k výrobě energie elektrické. Díky této aktivitě je možné snižovat závislost na fosilních zdrojích a s tím související množství vzniklých skleníkových plynů.

K porozumění těmto krokům je nutné chápání celého problému jako celku. Je nutné ujasnění současného způsobu výroby energie, konkrétní složení zdrojů sloužících k výrobě energie a míru zastoupení sluneční energie v tomto procesu.

Jako první se práce zaměří na množství dodané energie a procentuální využití energetických zdrojů k její výrobě po celém světě. Tyto informace jsou důležité k porozumění role obnovitelných zdrojů na trhu s energií a jejich způsob využívání. Zároveň jsou důležité pro určení současného vývoje a zapojení solárních elektráren do výroby energie. Bude rozveden vliv všech zdrojů na životní prostředí. Následně se pak práce důkladněji zaměří na Českou republiku a její energetický mix.

K tomuto krátkému přehledu bylo využito více zdrojů dat, ovšem jako hlavní zdroj těchto hodnot byly využity volně dostupné publikace a přehledy organizace

International Energy Agency (dále jen „IEA“). Tato mezivládní organizace byla založena v Paříži v rámci Organizace pro hospodářskou spolupráci a vývoj (Organisation for Economic Co-operation and Development; dále jen „OECD“). OECD byla založena v roce 1961 za účelem vytvoření spolupracující skupiny zemí světa, které se budou společně snažit rozpoznávat vzešlé problémy v ekonomice, společně se snažit přijít na jejich řešení a sdílet své zkušenosti s řešením těchto problémů. Většina členů OECD jsou země s vysokým indexem lidského rozvoje a jsou taktéž považovány za rozvinuté země. Nyní se počet členských zemí zastavil na čísle 36 a jejich konkrétní seznam je v tab. 1. [29]

tab. 1 – Seznam členských zemí OECD, vlastní tvorba, zdroj dat: [29]

Země OECD						
Evropa		Severní Amerika	Jižní Amerika	Afrika	Asie	Austrálie
Belgie (1961)	Norsko (1961)	Kanada (1961)	Chile (2010)		Izrael (2010)	Austrálie (1971)
Česká republika (1995)	Polsko (1996)	Mexiko (1994)			Japonsko (1964)	Nový Zéland (1973)
Dánsko (1961)	Portugalsko (1961)	USA (1961)			Jižní Korea (1996)	
Estonsko (2010)	Rakousko (1961)					
Finsko (1969)	Řecko (1961)					
Francie (1961)	Slovensko (2000)					
Island (1961)	Slovinsko (2010)					
Irsko (1961)	Španělsko (1961)					
Itálie (1962)	Švédsko (1961)					
Lucembursko (1961)	Švýcarsko (1961)					
Maďarsko (1996)	Turecko (1961)					
Německo (1961)	Velká Británie (1961)					
Nizozemsko (1961)						

Samotná IEA pak byla založena v roce 1974 za účelem pomáhat svým členským zemím s výpadky dodávky ropy (oproti OECD chybí 4 země: Island, Slovinsko, Chile, Izrael). K jejím hlavním činnostem od prvopočátku jejího působení patřila kontrola a poskytování informací o množství a zásobách ropy ve všech státech světa. Jedním z řešení platné pro členské státy i dnes, je nutnost skladovat zásoby ropy na 90 dní své spotřeby. Její působnost se ovšem od té doby velmi výrazně rozšířila a to na všechny zdroje energie. Dnes je IEA, dle svých webových stránek, odpovědná za řešení otázek týkajících se světové produkce a spotřeby energie. Pomáhá vládám, průmyslu a lidem činit chytrá, bezpečná, udržitelná a dostupná energetická rozhodnutí. Poskytuje jim potřebná

data, analýzy a řešení ohledně všech druhů zdrojů energie, které tyto státy potřebují k co nejefektivnějšímu způsobu jejich využívání. [2]

IEA vydává každý rok vícero publikací týkajících se energetických zdrojů, jejich dodávek a spotřeby. Pro tuto práci byl nejvíce využit energetický přehled pro rok 2018 „World energy balances: Overview 2018“. Ten shrnuje jak slovně, tak číselně rok 2016 a na základě poskytnutých informací predikuje rok následující. Jedná se o přehled vývoje produkce a spotřeby energie 150 zemí světa. Hlavním ukazatelem, který IEA používá k určení dodané světové energie je tzv. TPES. V angličtině zkratka těchto 4 písmen značí Total Primary Energy Supply, což při přeložení do českého jazyka znamená celkové primární dodávky energie. Dále bude využívána zkratka TPES. Ta v sobě skrývá součet energie vyrobené ze zdrojů daného státu a energie, kterou tento stát importoval nebo exportoval. [1] Další a zároveň poslední zkratkou, kterou je nutné vysvětlit je „toe“ – tonne of oil equivalent. Jedná se o měrnou jednotku výroby a spotřeby energie, kde 1 toe odpovídá uvolněné energii při hoření jedné tuny ropy. Taktéž 1 toe odpovídá  $4,16868 \cdot 10^{10}$  joulu, 42 gigajoulům nebo 11 630 kilowatt hodinám. [31]

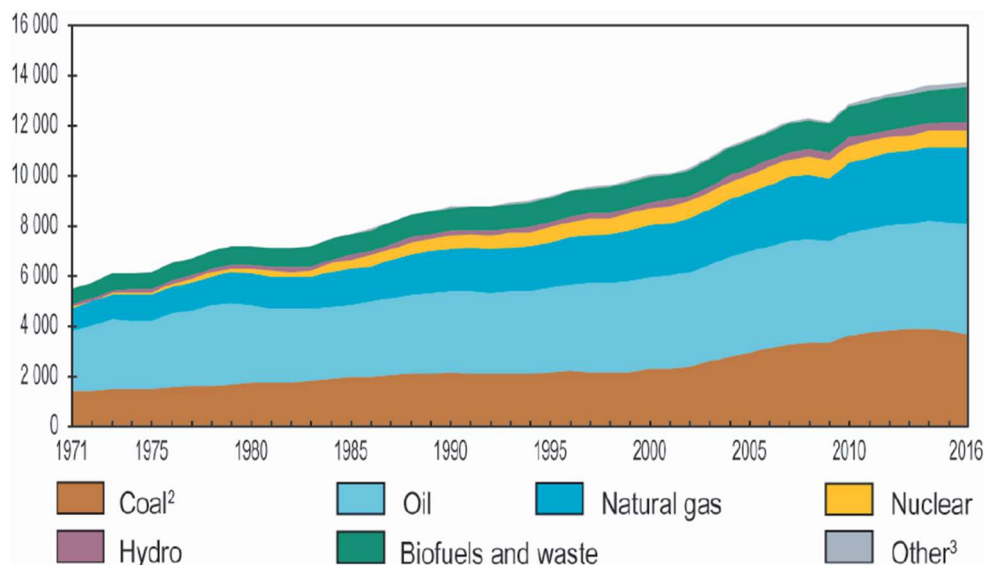
Dalším v této práci hojně využitým dokumentem vydaným IEA je světový přehled energetických statistik „Key world energy statistics“ pro rok 2018.

## **1.1. Hlavní zdroje světové energie a vývoj jejich využívání**

K výrobě energie ve světě se využívá více druhů zdrojů. Těmi nejvyužívanějšími jsou dnes fosilní paliva (nerostné suroviny, které vznikaly několik milionů let z organických látek (biomasy) v hlubinách Země bez přístupu vzduchu), kam patří ropa, zemní plyn a uhlí. Ty jsou využívány v tepelných elektrárnách k výrobě elektrické energie, v domácnostech k vytápění a ve velké míře taktéž v dopravě a v průmyslu. Získáváme je těžbou a energii z těchto zdrojů získáváme jejich spalováním. Při spalování dochází k úniku škodlivých látek do ovzduší. Díky tomuto důvodu, ale i z důvodu ekonomických a neobnovitelnosti fosilních zdrojů se dnes snažíme od těchto zdrojů ustupovat a nahrazovat je bezemisními druhy paliv. Těmi jsou obnovitelné zdroje energie (dále jen „OZE“), kde definice dle § 2 odst. 1 zákona č. 180/2005 Sb., o podpoře využívání obnovitelných zdrojů zní následovně: „obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru,

energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu.“ [3]. Dalším velmi rozšířeným bezemisním zdrojem je jaderná energie. Právě z těchto zdrojů je po celém světě generována energie. [4]

Množství dodané energie ve světě se v roce 2016 rovnalo 13 761 Mtoe . V přepočtu se jedná přibližně o 160 040 TWh. Ve srovnání s rokem 2015 došlo k nárůstu o 0,7%. Pokud bychom se podívali více do minulosti, pak zjistíme že nárůst mezi lety 1971 a 2016 byl téměř dvou a půl násobný a to z 5 523 Mtoe na 13 761 Mtoe. U všech druhů paliv došlo k velkému nárůstu jejich spotřeby a postupně se s nástupem nových technologií měnilo jejich procentuální zastoupení na množství celkově dodané energie ve světě. Například zemní plyn vzrostl z 16% na 22% výroby světového TPES a atomová energie z 1% na 5%. Největší procentuální ústup zaznamenala ropa, kde její podíl klesl z 46% na 32% na celkovém TPES. [1, 2]



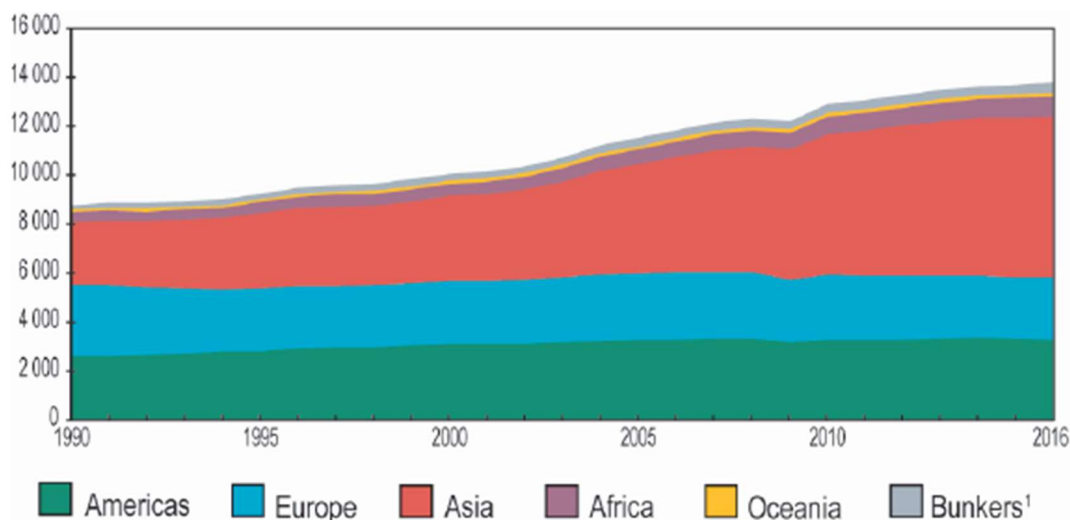
obr. 1 – Světové TPES od roku 1971 do 2016 dle typu paliva [2]

Výše dodané energie roste každým rokem. Její růst se ale postupně zpomaluje. Podíváme-li se pak na vývoj v posledním desetiletí, je možné pozorovat klesající tendence především u fosilních paliv. Naopak nárůst je patrný především u OZE. Vše výše uvedené je možné pozorovat na obr. 1, kde je uhlí zastoupeno hnědou barvou, světle modrá zastupuje ropu, tmavě modrou je označen zemní plyn, jadernou energii zastupuje žlutá barva, fialová vodní energii, zelená patří biopalivům a energii vyrobené z odpadů a šedivá barva zastupuje



ostatní energetické zdroje, kam patří geotermální, solární, přílivová, energie větru a další. [2]

Zaměříme-li se na jednotlivé kontinenty, popřípadě jednotlivé státy v otázce množství distribuované energie, pak jednoznačně vede Asie. Jen samotná Čínská lidová republika (dále jen „Čína“) v roce 2016 dodala 22% ze světového TPES. Na druhém místě je Amerika a na třetím místě Evropa. Nejpatrnějším faktem který lze vyčíst z obr. 2, kde zelená barva zastupuje kontinent Americký, modrá barva Evropu, červená Asii, fialová Afriku, žlutá Oceánii a šedá barva zastupuje mezinárodní letecké a námořní zásobníky, je nárůst dodané energie mezi lety 1999 a 2014 zeměmi patřící do Asie. Ostatní kontinenty s ohledem na množství dodávané energie spíše stagnují, některé dokonce i produkci energie snížili jako například Evropa. Asie během 30 let zvýšila svůj podíl na světové TPES z 30% na 48%. Největší podíl na tomto faktu má zásadně Čína. Druhou zemí s největším množstvím dodané energie jsou Spojené státy americké (dále „USA“) s 16%, Indie se 6% a následně pak Rusko, Japonsko, Německo a Brazílie. [2]



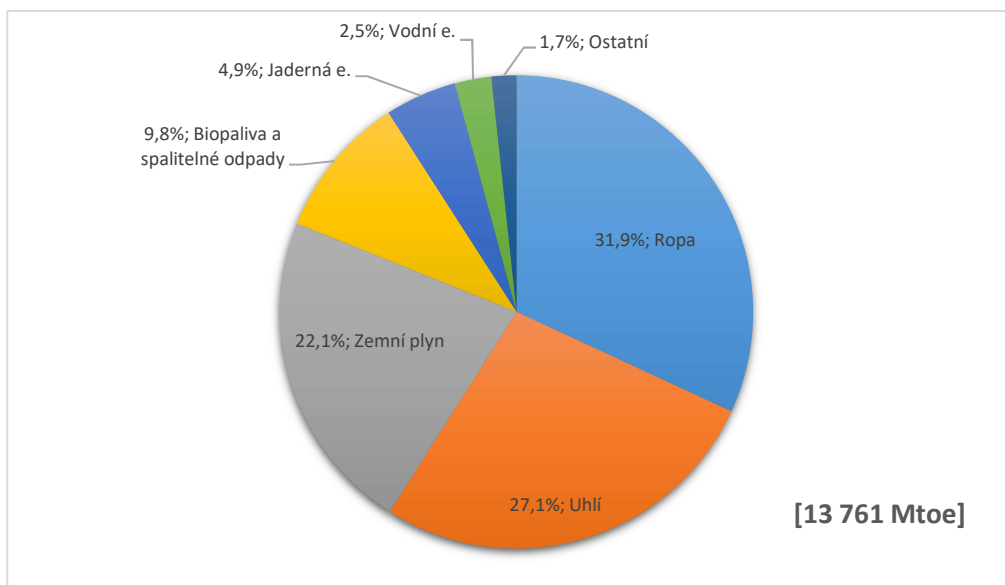
obr. 2 - Světové TPES od roku 1990 do roku 2016 dle regionu [2]

Dívat se na podíl na TPES jednotlivých zemí pouze podle celkových čísel by však nebylo spravedlivé. Každá země je jinak velká a žije v ní jiný počet obyvatel, kteří potřebují jiné množství energie. Zároveň každá země disponuje jinými zdroji, ze kterých může čerpat a následně vyrobenou energii importovat, či exportovat. Nejvíce energie v poměru s množstvím obyvatel daného státu vyrábí USA, s 16% dodaného TPES mají jen 5% světové populace. Na rozdíl například od Číny a

Indie, které produkují 22%, respektive 6% TPES, ale reprezentují 20%, respektive 19% světového obyvatelstva. [1]

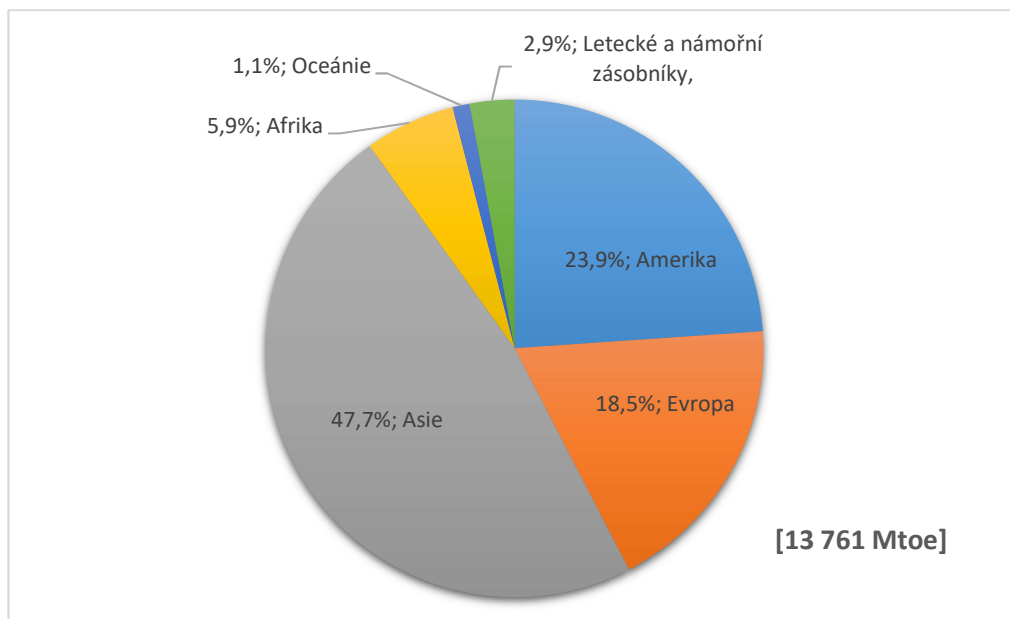
## 1.2. Zdroje světové energie a jejich využití jednotlivými státy

V tomto odstavci se práce bude věnovat především současnosti a detailnějším informacím o jednotlivých zdrojích a zemích energií produkujících. V úvodu jsou umístěny 2 obrázky s grafy. V případě prvního se jedná o procentuální přehled jednotlivých zdrojů energie na celkové dodané energii celého světa v roce 2016. Druhý graf znázorňuje stejné informace s tím rozdílem, že procentuální rozdělení zastupuje vliv jednotlivých kontinentů na množství dodané energie v roce 2016. [2]



obr. 3 - Světové TPES v roce 2016 dle typu zdroje, vlastní tvorba, zdroj dat: [2]

Mezi základní a zároveň nejvýznamnější zdroje energie, jak nám již napovídá obr. 3, patří ropa, uhlí, zemní plyn, jaderná energie, vodní energie, biopaliva a spalitelné odpady, energie větru a energie sluneční. Následně budou tyto zdroje postupně rozebrány dle jejich podílu na dodávané energii. [2]



obr. 4 - Světové TPES v roce 2016 dle regionu, [vlastní tvorba, zdroj dat:[2]

## 1. Ropa

Ropa je pro dnešní svět tou nejdůležitější surovinou. Její veškeré zdroje jsou pod drobnohledem světových velmocí. Těžba a následné zpracování obstarává celkem 31,9% dodané energie po celém světě. Zároveň velká rozmanitost jejího využití z ní dělá strategickou surovinou pro téměř všechny země světa. Mezi nejdůležitější produkty jejího zpracování patří benzín, nafta, topné plyny, petrolej a topné oleje. Nejvíce ropy se těží v USA, Saúdské Arábii a Rusku. Ve všech 3 zemích v podobném množství okolo 12-13% světové produkce, což se rovná přibližně 56 Mt za rok. Ropa se v roce 2016 v největší míře využila v dopravě, přesněji 49,3% její světové spotřeby. [1, 4]

## 2. Uhlí

Množství dodané energie z uhlí zažilo mírný ústup mezi lety 1988 až 1999. Od té doby se ovšem odrazilo ode dna a enormní nárůst v jeho využívání trval až do roku 2013, viz. obr. 1. Tento fakt je způsoben především extrémním nárůstem těžby a zpracování uhlí v Číně, kde se produkce uhlí mezi lety 2000 a 2016 zvětšila o 149,2%. V roce 2016 vytěžila 3 376 Mt, což je neuvěřitelných 44,7% z celkového světového objemu, z něhož vyrobí 71% svého domácího TPES. V roce 2014 došlo poprvé od roku 1999 k mírnému poklesu v produkci uhlí. Tato tendence však vydržela jen do roku 2017, kdy se jeho produkce opět meziročně zvýšila. Na druhém místě

v produkci uhlí je Indie se 730 Mt (9,7% světové produkce) a na třetím jsou USA se 702 Mt (9,3% světové produkce) vytěženými v roce 2016. [1, 2]

### **3. Zemní plyn**

Zemní plyn má ve srovnání s ostatními fosilními palivy nejmenší podíl na vzniku CO<sub>2</sub>. I proto se dnes začíná využívat více a více. Nejvíce pak v průmyslu a ke spotřebě v domácnostech. V celosvětovém měřítku obstarává 22,1% dodané energie. Jeho těžba se mezi lety 1971 a 2016 ztrónásobila. Nejvíce zemního plynu těží USA s 20% světové produkce před Ruskem s 18,4%. Na třetím místě je Irán s 5,7%. [1, 2]

### **4. Biopaliva a spalitelné odpady**

Mezi biopaliva a spalitelné odpady patří produkty vyrobené z biomasy a biologického odpadu. Z prvopočátku se biomasa využívala za minimálního zpracování, například ke krmení koní tahající pivozy. Následně se začala využívat například k vytápění, jakožto dřevo ve všech svých možných formách. V dnešní době se biopaliva vyrábějí chemickými pochody a při jejich výrobě je především snaha o využívání takových zdrojů, které nebudou konkurovat výrobě potravin a při jejich pěstování se využije neobdělávaná půda. K těm nejvyužívanějším patří bioetanol, bionafta, nebo stále dřevo především ve třetích zemích. Biopaliva mají výrazně menší dopad na změny klimatu, jelikož CO<sub>2</sub> vytvořené při jejich spalování je opět využito při jejich výrobě. Díky svému rostlinnému původu spadají pod OZE. Vědci se snaží přijít i na jiný způsob získávání energie z biopaliv, než jejich spalováním. Tím již nejvyužívanějším jsou palivové články. [6]

Kontroverze u biopaliv vzniká u jejich výroby, kdy je na jejich vznik využíváno velké množství orné půdy a energie potřebné na jejich hnojení, sklizení a převoz. Dále je při jejich výrobě spotřebováno enormní množství vody. Dalším negativním prvkem pěstování biomasy za účelem výroby biopaliv je využívání orné půdy k průmyslovým účelům. Ve světě kde má spousta zemí potravinovou krizi to některé subjekty snášejí velmi špatně. Nicméně jsou dnes biopaliva protlačovaným zdrojem energie a to právě díky jejich ekologičnosti v porovnání s fosilními zdroji energie. V roce 2016 obstarala biopaliva a spalitelný bioodpad 9,8% dodané energie v celosvětovém měřítku. Nejde tedy určitě o zanedbatelný zdroj energie.

V dnešním světě je z větší části využíván ve třetích zemích, ale i země jako Švédsko nebo Finsko je hojně využívají. [1, 2, 6]

## **5. Jaderná energie**

Taktéž nazývaná atomová energie je uvolněna za pomoci štěpení z jádra atomu. Je využívána téměř jedině k výrobě elektrické energie. V roce 2016 zastupovala 4,9% světové TPES. Hlavními producenty jaderné energie jsou USA s 840 TWh (32,2% světové produkce), Francie s 403 TWh (15,5% světové produkce) a na třetím místě je Čína s 213 TWh (8,2% světové produkce). Z hlediska životního prostředí je důležité odsiřování a denitrifikace kouřových spalin. Dalším důležitým a zároveň velmi kontroverzním tématem spojeným s jadernými elektrárnami je nakládání s jaderným odpadem. Například v České republice (dále jen „ČR“) je velmi těžké najít obce, kde by obyvatelé přistoupili k jeho ukládání. Celkově je však jaderná energie na vzestupu a u nás se s ní počítá i do budoucna. Již se vyjednává o dostavbě dalších bloků jaderných elektráren na území ČR. [1, 2, 7]

## **6. Vodní energie**

Energie vody je stejně jako energie atomu využívána k výrobě elektrické. Největší nárůst v posledních 15 letech zaznamenala v Číně. V dnešní době jsou na jejich řekách 4 z 10 největších vodních elektráren světa. Tou vůbec největší jsou Tři soutěsky, které samy o sobě vyrobí přibližně 100 TWh elektrické energie za rok. Čína je tedy největším producentem elektrické energie z vodních zdrojů a obstarává 28,6% světové produkce. Na druhém místě je Kanada s 9,3% světové produkce a na třetím místě Brazílie s 9,1% světové produkce. [1, 2]

## **7. Ostatní zdroje energie**

Mezi ty zbývající zdroje, z kterých bylo v roce 2016 dohromady produkováno méně než 1,7% světového TPES patří určitě energie geotermální, solární, větrná a přílivová. [1, 2]

Energie získaná z větrných elektráren dosáhla v roce 2016 958 TWh. Větrná energie je z 60% využívána v zemích OECD. Největším producentem je Čína, která vyrobí téměř 25% světové produkce. Na druhém místě jsou USA s 24%. U větrných elektráren je kontroverzním tématem především jejich vliv na krajinný ráz. [1, 2]

FVE v roce 2016 vyprodukovaly 328 TWh elektrické energie, v roce 2017 440 TWh a v roce 2018 je předpoklad pro pokošení hranice 500 TWh. Velký nárůst zažívá fotovoltaika přibližně od roku 2010, kdy světová produkce elektrické energie z těchto elektráren stagnovala okolo 30 - 40 TWh ročně. Od té doby její produkce strmě stoupá každým rokem. Ovšem stejně jako u větrných elektráren je u fotovoltaických elektráren problémem jejich vliv na krajinný ráz. Především jejich zabírání orné půdy. Největším producentem je opět Čína s 23% světové produkce. Za ní se nachází Japonsko s 15,5% světové produkce. [1, 2]

Geotermální energie je využívána ve velké míře pouze na Islandu. Ten má díky svým termálním pramenům pokrytou výrobu energie z 85% obnovitelnými zdroji, což je opravdový světový unikát.

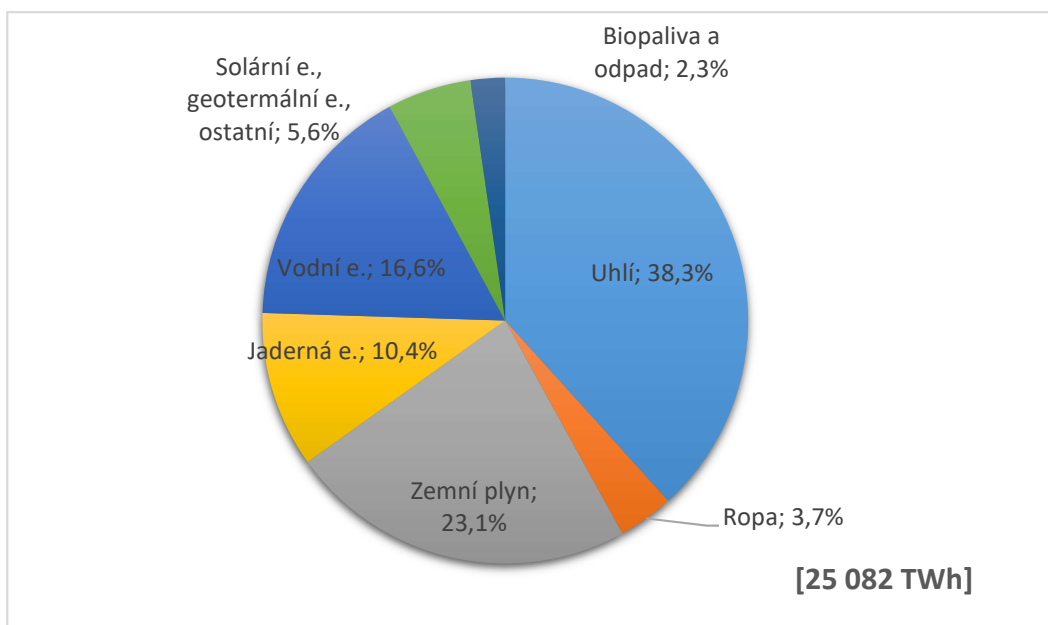
Přílivové elektrárny dnes nepatří k hojně využívaným, ovšem počítá se s jejich rozmachem. Jejich výhodou oproti solárním a větrným elektrárnám je pravidelnost přílivu a odlivu, na rozdíl od síly větru a intenzity slunečního svitu. [32]

### **1.3. Výroba elektrické energie ve světě**

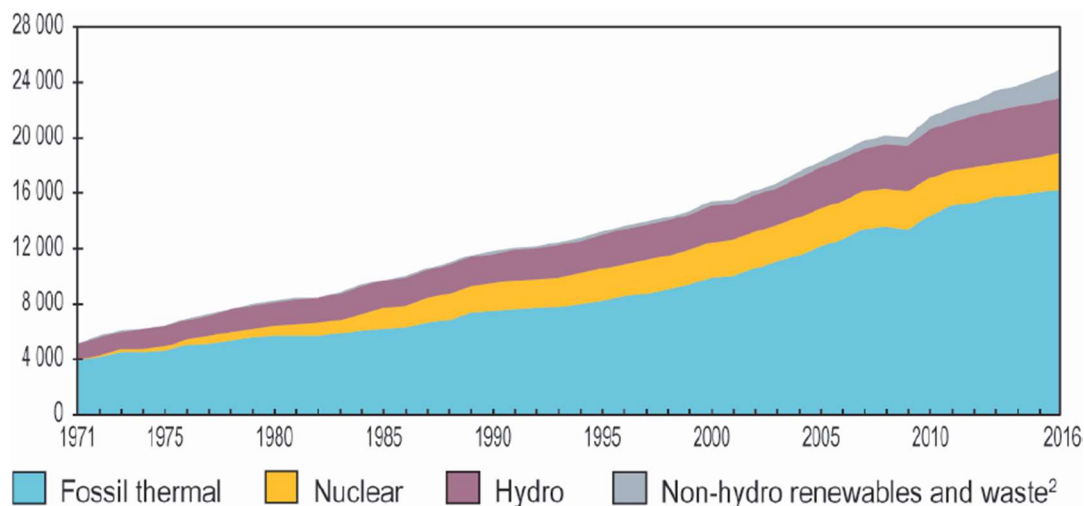
Tato práce je věnována především fotovoltaickým elektrárnám. Nejdůležitějším produktem je tedy energie elektrická. Ta je v elektrárnách vyráběna téměř všemi zdroji na Zemi dostupnými. Fosilní paliva jsou zpracovávána v tepelných, štěpení jádra zase probíhá v jaderných elektrárnách. Dále využíváme vodní elektrárny, sluneční, přílivové a další. Výhodou elektrické energie je její snadná přenositelnost na dlouhé vzdálenosti s minimálními ztrátami a její snadná transformace na jiné druhy energie. Nevýhodou je její složité akumulování. [7]

### 1.3.1. Produkce elektrické energie ve světě

Z výše vypsáných elektráren bylo v roce 2016 vyprodukováno 25 082 TWh elektrické energie. Od roku 1971 dochází meziročně k průměrnému nárůstu o 3,3% v produkci elektrické energie viz ob. 6. Největším zdrojem elektrické energie jsou fosilní paliva. [1]



obr. 5 - Světová produkce elektrické energie dle typu zdroje v roce 2016, vlastní tvorba, zdroj dat: [2]



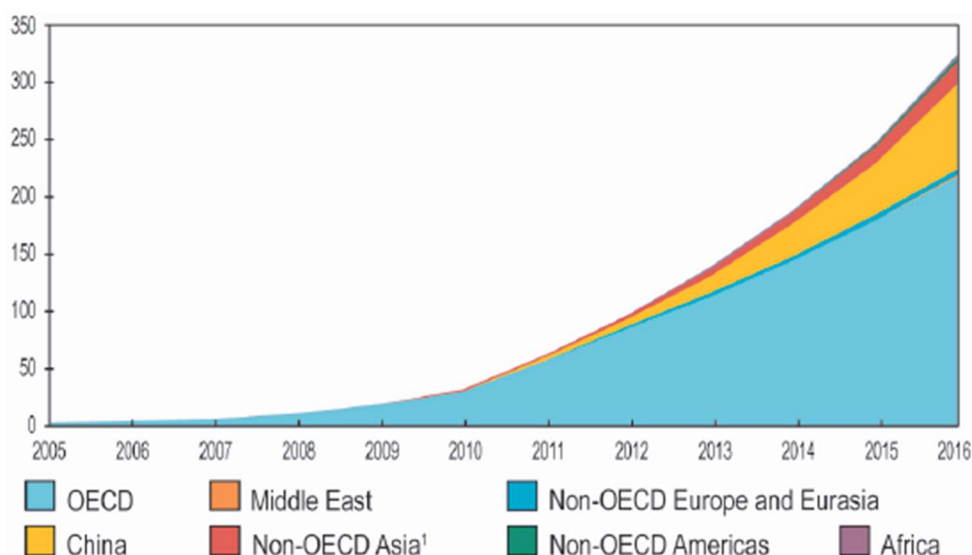
obr. 6 - Světová produkce elektrické energie od roku 1971 do roku 2016 dle typu zdroje [2]

Z uhlí, zemního plynu a ropy se v roce 2016 vyprodukovalo 65,3% celkové světové produkce elektrické energie. Vodní elektrárny vyrobily 16,3% a pomocí jaderné energie bylo vyprodukováno 10,4% světové produkce. Největším

samostatným producentem je Čína s 6 187 TWh (24,8% světové produkce), z čehož jen za pomoci uhelných elektráren produkuje 4 242 TWh elektrické energie. Zdaleka nejvíce světové elektrické energie vyrobí ovšem i z obnovitelných zdrojů, v roce 2016 to bylo 1 540 TWh. [1, 2]

### 1.3.2. Výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů ve světě

Pokud vyřadíme fosilní paliva a zaměříme se pouze na elektřinu vyrobenou z OZE, zjistíme následující: v roce 2016 vodní elektrárny generovaly 4170 TWh, větrné elektrárny 958 TWh a fotovoltaické elektrárny pak pouze 328 TWh. Právě však fotovoltaické elektrárny zaznamenávají v posledním desetiletí až exponenciální růst, který je velmi dobře vidět na obr. 7. Největší nárůst je zaznamenán v zemích OECD (viz. tab.1). [1, 2]



obr. 7 - Světová produkce elektrické energie z fotovoltaických elektráren od roku 2005 do roku 2016 dle regionu [2]

Nárůst generované energie pomocí fotovoltaických článků je opravdu dramatický, obzvlášť pokud jej porovnáme s rokem 2005 kde měly na starosti pouze 4 TWh generované elektrické energie. Pokud bychom spojili Čínu a Japonsko, dostali bychom se za rok 2016 na 126 TWh generované elektrické energie za pomoci fotovoltaických elektráren, což je více než třetina celkového množství. Třetím největším producentem jsou pak USA. Velmi zajímavým ukazatelem je pak procentuální zastoupení elektrické energie generované fotovoltaickými články z celkového množství vygenerované elektřiny státu. V tomto



hodnocení nejlépe v roce 2016 dopadla Itálie se 7,6%. Druhé je pak Německo s 5,9% a třetí Japonsko s 4,8% dodané elektrické energie z fotovoltaických článků.

[1, 2]

## **1.4. Hlavní světoví producenti skleníkových plynů a jejich vliv**

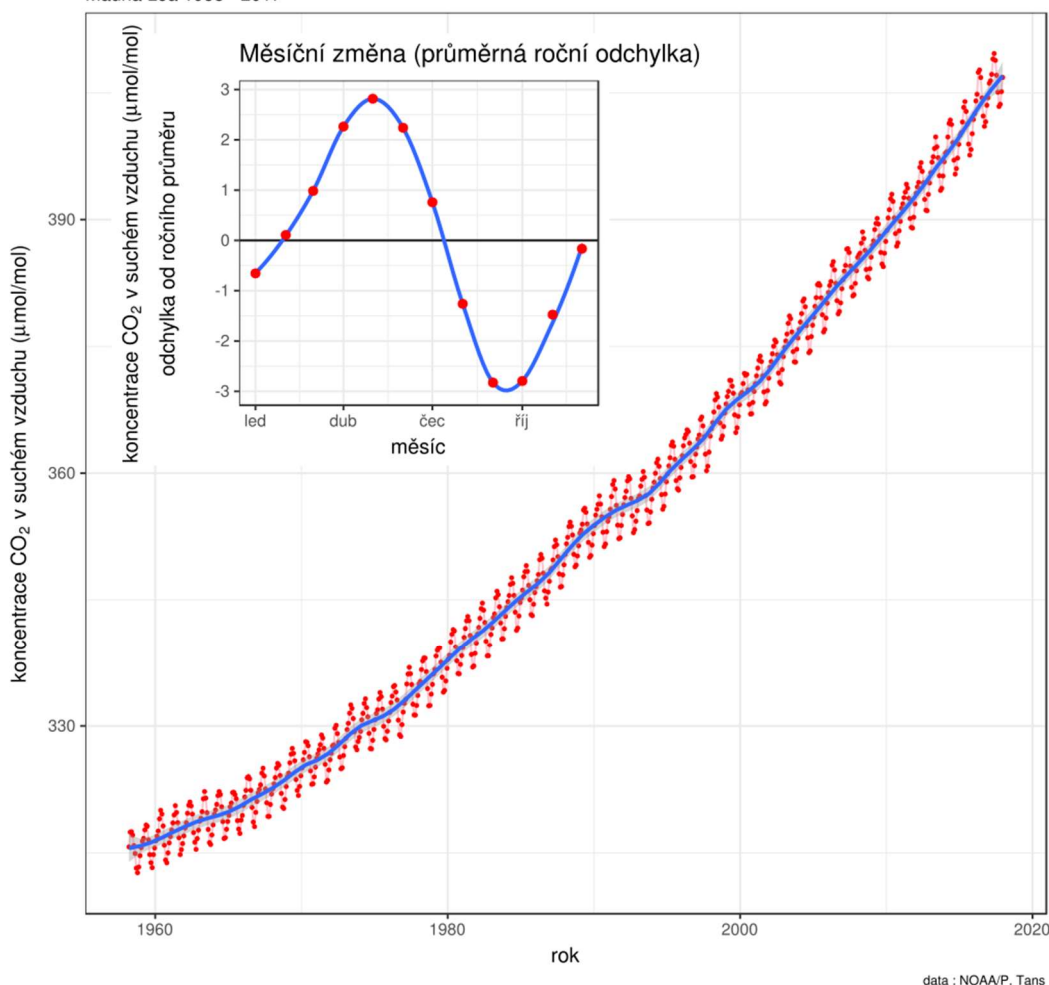
Globální změna klimatu, smog, kvalita ovzduší a životního prostředí. To vše jsou nejčastěji spojované výrazy s negativním vlivem spalování fosilních paliv. Největší roli v tomto případě hrají zplodiny produkované při spalování, tzv. emise. Přesněji se jedná o skleníkové plyny (vodní pára, ozon( $O_3$ ), oxid uhličitý ( $CO_2$ ), oxid dusíku ( $NO_x$ ), metan ( $CH_4$ ), oxid dusný ( $N_2O$ ), hydrofluoruhlovodíky (HFC), polyfluorovodíky (PFC), fluorid sírový ( $SF_6$ ), freony), oxid siřičitý ( $SO_2$ ), prašné částice (polétavý prach). Všechny tyto látky nám při příliš velké koncentraci buďto přímo nebo nepřímo škodí. Ať už se jedná o dopad na naše zdraví (dýchací cesty), nebo o dopad na životní prostředí. [5]

Samotné skleníkové plyny, které jsou velmi často skloňovány v médiích jako největší důvod globálního oteplování, jsou pro nás však extrémně důležité. Nebýt skleníkového efektu, který způsobují právě tyto plyny, teplota na Zemi by byla přibližně o 30 - 40 stupňů Celsia nižší než je nyní. Lidstvo ovšem produkuje takové množství těchto plynů, že již opravdu dochází ke globální změně klimatu. [8]

Například koncentrace atmosférického  $CO_2$  roste již desítky let velmi razantně. A je dokázáno, že jeho zvyšující se koncentraci způsobuje spalování fosilních paliv. Dalším faktorem je dlouhodobé a velmi intenzivní odlesňování planety. Fotosyntéza zajišťuje koloběh oxidu uhličitého v atmosféře a tím i jeho odbourávání. Pokud kácíme lesy, snižujeme její účinek. [8]

Hodnotu koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře sleduje Keelingova křivka (obr. 8), která vykresluje jeho průměrné měsíční koncentrace v atmosféře. Měření probíhá na vrcholku sopky Mauna Loa ve výšce 3400 m n.m. na širém oceánu, daleko od všech zdrojů znečištění. Od průmyslové revoluce, kdy koncentrace kolísala na hodnotě 300 ppm („particles per milion“ = počet molekul na  $10^6$  molekul) dosáhla tato hodnota v roce 2015 přes hranici 400 ppm. [5, 7]

Průměrné měsíční koncentrace oxidu uhličitého  
Mauna Loa 1958 - 2017

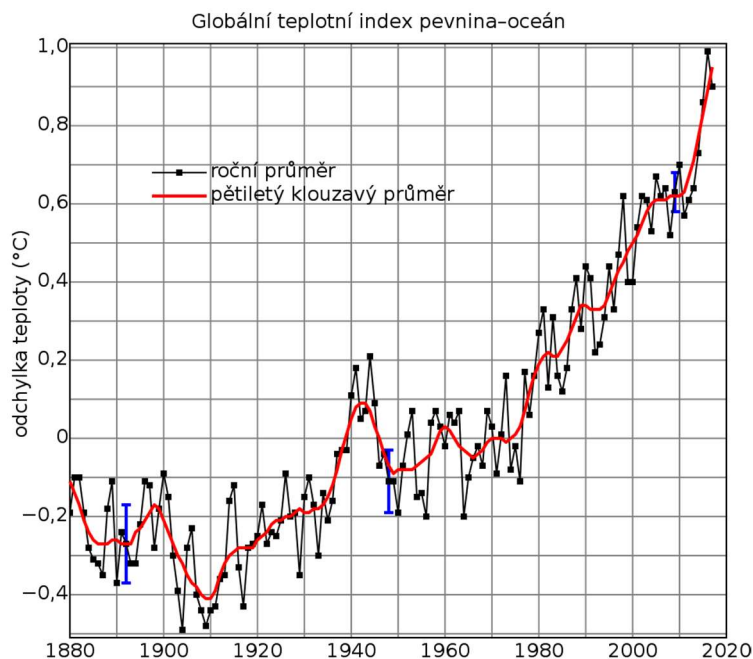


obr. 8 – Průměrné měsíční koncentrace CO<sub>2</sub> – Keelinova křivka [7]

Teplota na zemském povrchu roste od 19. století. Výrazněji pak od druhé poloviny 20. století. Od roku 1880 se globální střední teplota Země zvýšila z -0,2 stupně Celsia na 0,9 stupně Celsia (obr. 9). Poslední tři desetiletí do roku 1983 do roku 2012 bylo těch nejteplejších 30 let za posledních 1400 let. [9]

Důsledků zvyšování průměrné roční teploty a zvýšené produkce emisí do ovzduší je velké množství. Od těch přímo viditelných, jako je smog ve velkých městech a v důsledku toho přímé zhoršení podmínek pro život. Pak po ty s možným velkým dosahem na budoucnost planety a lidstva. K jedním z hlavních a v současné době nejvíce viditelným důsledkem je tání ledovců. Například dle studie *Natinal Geographic* dochází ke každoročnímu lámání ledu u pobřeží Aljašky o celé týdny dříve než byl dlouholetý průměr z dřívějších let. [8] Podle studie

NASA se teplota vody v Severním ledovém oceánu zvyšuje každých 10 let o 1,2 stupně Celsia a ledy zde tají rychlostí 40 000 km<sup>2</sup> za rok. [8] Alpský ledovec se zmenšil ze svých 4470m<sup>2</sup> v roce 1850 na 2270km<sup>2</sup> v roce 2000. Jeho zmenšování dále pokračuje. [9].



obr. 9 - Globální střední teplota [13]

S tím souvisí i zvyšování hladiny moří a oceánů. Během posledních 100 let se zvýšila hladina světového oceánu o 18 cm. V určitých oblastech světa dochází k častějším srážkám, jinde se naopak více projevuje sucho. Dochází taktéž ke změně ve složení fauny a flóry v oblastech s měnící se teplotou. Především se jedná o vymírání specifických druhů živočichů nebo o určitou transformaci v chování rostlin. Velmi často dochází ke startu druhého vegetačního cyklu v jediném roce (rozkvétání na podzim). [8]

Posledním z pozorovatelných a měřitelných důsledků je zvyšující se počet přírodních katastrof za poslední desítky let. EM-DAT (Mezinárodní databáze katastrof, kterou spravuje CRED Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED, sídlící ve škole School of Public Health v Belgii) zveřejnila dokument, jasně ukazující zvyšující se množství přírodních katastrof za posledních 30 let. Jedná se především o region HKH (Hindu Kush Himalayan), který se rozkládá na 3,500 km<sup>2</sup> a minimálně z části obsahuje země od Afghánistánu až po Myanmar.[15] V tomto regionu mohou být příkladem i mohutné záplavy a sesuvy půdy v oblasti Kadernath, při kterých na severu Indie zemřelo

přes 550 lidí. Ty byly způsobeny převážně změnou klimatu a mohutnými dešti. V celosvětovém měřítku se dá říci, že opravdu existují dostatečné důkazy pro potvrzení vlivu změny klimatu na četnost přírodních katastrof. [9]

## **1.5. Ochrana životního prostředí politickými subjekty**

Výše zmíněné vlivy na změny klimatu a přírody obecně a neobnovitelnost největších zdrojů energie donutily jednat i politiky napříč téměř všemi státy světa. Z jedním z využívaných výrazů je tzv. mitigační politika, jinak řečeno zmírňující. Zmírňující především s ohledem na dopady výroby energie na změny klimatu. [35]

### **1.5.1. Ochrana životního prostředí ve světě**

Za jednu ze základních dohod na ochranu životního prostředí je považována Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (dále jen „Úmluva“). Ta byla přijata na konferenci OSN v hlavním městě Brazílie v roce 1992. V platnost vstoupila 21.3.1994. V rámci Úmluvy jsou zahrnuty možné způsoby vyjednávání a řešení aktuální změny klimatu. Mezi její hlavní cíle patří především ochrana klimatického systému pro další generace. Zdůraznění odpovědnosti ekonomicky vyspělých zemí za zvyšující se koncentraci skleníkových plynů a jejich podporu méně vyspělých států. Zvýšenou ochranu více zranitelných oblastí. Nutnost neodkladného řešení situace globální změny klimatu, i přestože některé dopady nejsou přesně známé. [36]

Úmluva byla do konce roku 2015 ratifikována 195 státy. Českou republikou byla jako 36. zemí podepsána 13.6.1993 a ratifikována 7.10.1993. Jejím pokračováním jsou dva dokumenty. Prvním je Kjótský protokol a druhým je Pařížská dohoda. Jejich hlavním cílem je snížení produkce skleníkových plynů za účelem udržení stejné životní úrovně na Zemi. Samotná Úmluva totiž jednotlivé cíle nijak přesněji nespecifikuje. To mění právě tyto dva dokumenty. [36]

#### **- Kjótský protokol**

V prosinci roku 1997 se podepsáním Kjótského protokolu (dále jen „Protokol“) 192 států světa zavázalo do konce roku 2012 snížit úhrnně produkci emisí skleníkových plynů nejméně o 5,2% oproti stavu z roku 1990. Redukce emisí se týkaly přímo určených plynů, mezi které patří všechny skleníkové plyny zmiňované

v kapitole 1.3.. K dosažení domluvené hodnoty bylo nutné rozlišení požadavků na jednotlivé státy. Například většina zemí EU včetně ČR se zavázalo ke snížení o 8%, USA pak například o 7%. Jiné země jako například Rusko, Nový Zéland nebo Ukrajina měly za úkol produkci stabilizovat. A na opačné straně stál například Island, který mohl zvýšit produkci skleníkových plynů o 10%. V roce 2012 byl schválen dodatek, kterým se platnost Protokolu prodloužila až do roku 2020. V něm se země EU opětovně zavázaly ke snížení množství produkovaných emisí skleníkových plynů. Tentokrát se jednalo o 20% snížení oproti roku 1990. Tento dodatek ovšem nepodepsaly země mimo EU, proto například Čína, Indie a Brazílie tento limit určitě neplní. Snížení plánované v dodatku zasáhne přibližně 15% světové produkce emisí skleníkových plynů. [37]

#### **- Pařížská klimatická dohoda**

Pařížská dohoda (dále jen „Dohoda“) navazuje na Kjótský protokol a po roce 2020 jej má za úkol nahradit. Zvyšuje jeho cíle a určuje následující postupy v ochraně klimatu. Dohoda byla přijata v prosinci 2015. V platnost vstoupila necelý rok poté a klade důraz především na dva cíle. Prvním z nich je vytvoření dlouhodobého plánu ochrany klimatu, díky kterému se podaří udržet změna globální teploty od průmyslové revoluce pod 2 stupni Celsia. Nejlépe pak na hranici 1,5 stupně. Druhým je rozšíření povinností na snížení produkcí emisí skleníkových plynů i na rozvojové státy. Ty byly doposud v tomto tématu opomíjeny. Kjótský protokol se věnoval spíše EU a vyspělým zemím. Navýšení cílů dochází především pro členské státy EU. Jedná se o snížení produkce emisí skleníkových plynů o 40% do roku 2030 oproti stavu v roce 1990. [38]

Celkem Dohodu podepsalo 195 států. Ratifikovaly ji všechny důležité státy jako například Čína a USA. Jediný velký producent emisí, který ji zatím neratifikoval je Rusko. [38]

### **1.5.2. Ochrana životního prostředí v Evropě**

#### **- Směrnice Evropského parlamentu a Rady**

Evropská unie má od 25.6.2009 v platnosti směrnici Evropského parlamentu a Rady č. 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů. Ta nahradila směrnice 2001/77/ES o podpoře elektřiny vyrobené z obnovitelných

zdrojů energie na vnitřním trhu s elektřinou a 2003/30/ES o podpoře užívání biopaliv nebo jiných obnovitelných pohonných hmot v dopravě. Z dnes platné směrnice vyplývají pro celou EU jasné dva cíle pro rok 2020. Cíl 20% podílu energie z obnovitelných zdrojů a cíl 10 % podílu energie z obnovitelných zdrojů v dopravě. Tyto hodnoty však platí pro Evropu jako celek a každý jednotlivý stát EU měl nastaveny své vlastní cíle. [39]

Nyní je již ve velmi jasném plánu revize současné směrnice. Hlavní témata byla Radou EU schválena 27.6.2018. Tato revize zvýšila cíle pro využívání OZE a má za cíl pomoci dodržení závazků daných Pařížskou dohodou. Ten hlavní cíl je výroba 32% energie z obnovitelných zdrojů do roku 2030. Dalšími cíli jsou koncepce podpory využívání OZE a ulehčení povolenacích postupů pro menší projekty. Dále se dohoda zaměřila na dodavatele energie v dopravě. Těm stanovuje minimální využívání OZE v míře 14%. V neposlední řadě se věnuje konvenčním palivům, biomase a podpoře domácností s obnovitelnými zdroji energie. [40]

#### **- Strategie Evropa 2020**

- hlavní hospodářská reformní agenda EU

- jedním z 5ti hlavních cílů je snížení emisí skleníkových plynů o 20 % oproti úrovní roku 1990 a zvýšení podílu energie z OZE v konečné spotřebě energie na 20 % a posun ke zvýšení energetické účinnosti o 20%

Tato strategie jde ruku v ruce s Kjótským protokolem a Pařížskou dohodou, nicméně zahrnuje mnohé další především hospodářské reformy. [41]

### **1.5.3. Ochrana životního prostředí v ČR**

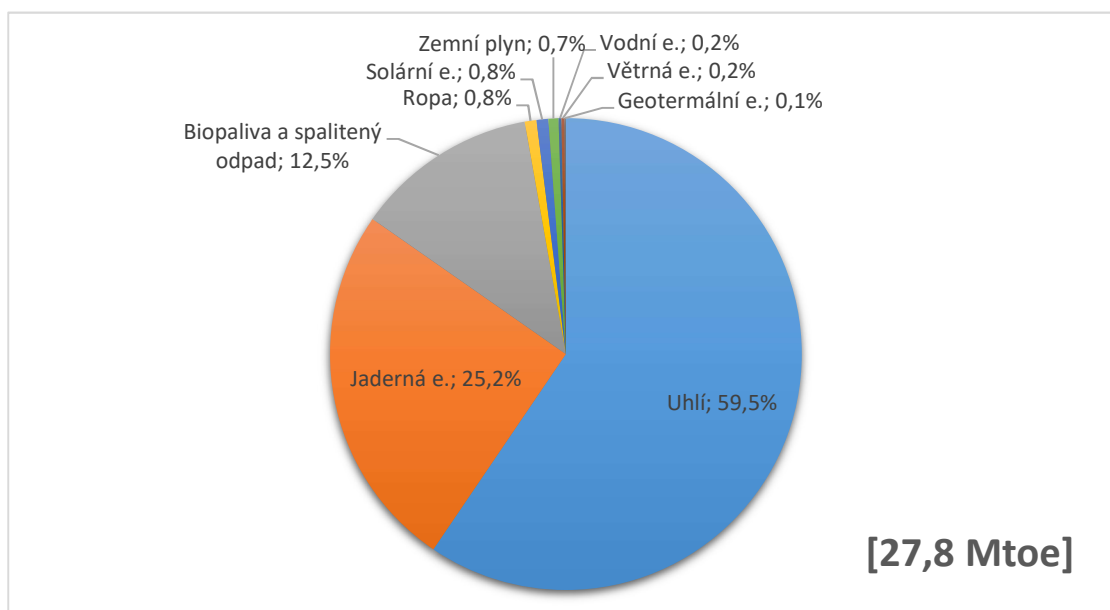
Tím nejvyšším dokumentem ohledně OZE je Národní akční plán České republiky pro energii z obnovitelných zdrojů z prosince 2015. Ten přímo reflektuje požadavky EU ze dříve zmíněné směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2009/28/ES. Na základě této směrnice stanovila Evropská Komise pro ČR cíl v podobě minimálního 13% podílu energie z OZE na hrubé konečné spotřebě energie. Splněním prvního cíle musí ovšem zajistit minimální 10% podíl OZE na hrubé spotřebě energie v dopravě. [42]

Z legislativního hlediska se OZE věnuje zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie. Ten byl v roce 2013 změněn zákonem č. 310/2013 Sb., v aktuálním znění platném od 5.6.2015. [42]

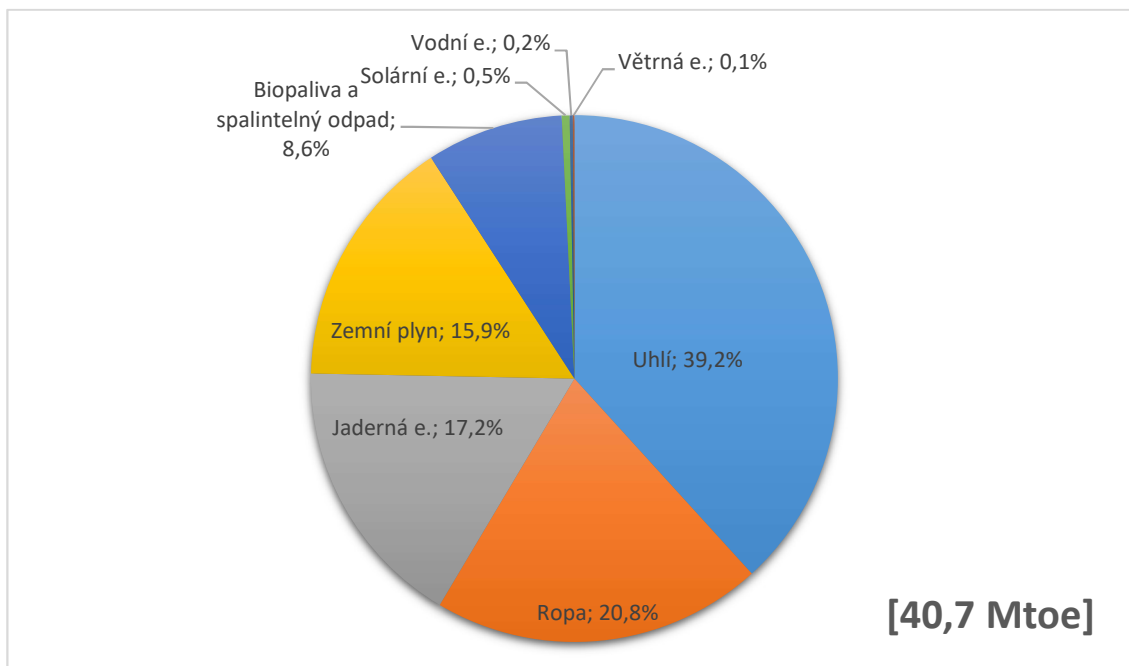
## 2. Výroba energie v ČR

V samotné ČR bylo v roce 2015 dodáno 40,7 Mtoe energie. Vyrobilo se zvládne 27,8 Mtoe (68% spotřeby). V roce 2005 se na území ČR vyrobilo 76% energie spotřebované. Tento pokles způsobila snižující se výroba z uhelných zdrojů. Procentuální zastoupení jednotlivých zdrojů z kterých se na území ČR vyrábí energie vykresluje obr. 10. [10]

Z uhlí se v roce 2015 vyrobilo téměř 60% veškeré vyrobené energie v ČR, i proto je na něm postavena energetická bezpečnost země. Je to jediná surovina, která je u nás k dispozici ve velkém a můžeme se prozatím spolehnout na její dostatek. Druhým nejvyužívanějším zdrojem k výrobě energie je jaderná. V našich dvou jaderných elektrárnách bylo vyrobeno 25,2% energie vyprodukované v ČR. Třetím největším zdrojem jsou zdroje z biomasy. Zbylá produkce je v vždy v rámci jednoho procenta zastoupena především obnovitelnými zdroji paliva viz. obr. 10. [10]



obr. 10 - Celková vyrobená energie v ČR v roce 2015 dle typu zdroje [vlastní tvorba, zdroj dat: [10]]



obr. 11 - Celková dodaná energie do ČR v roce 2015 dle typu zdroje [vlastní tvorba, zdroj dat: [10]]

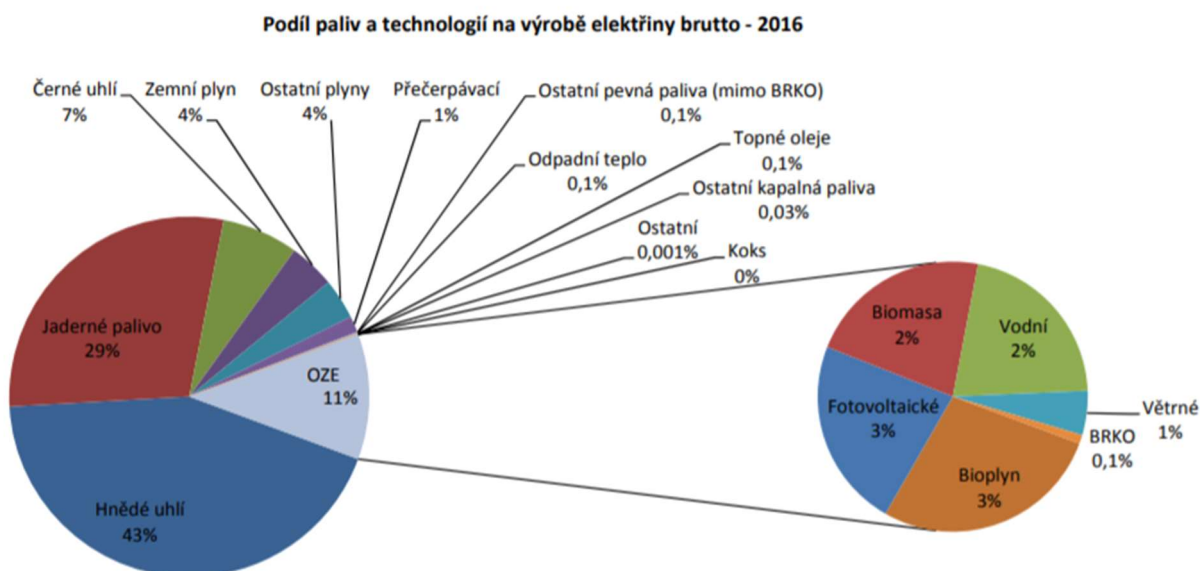
Druhým energetickým faktorem ČR je TPES. Stejně jak v předešlých případech vypovídá o součtu energie spotřebované, exportované a importované. TPES ČR bylo v roce 2015 40,7 Mtoe. Obr. 11 ukazuje rozložení zdrojů energie, které stojí za výrobou energie v ČR spotřebované. Fosilní paliva představovala 30,9 Mtoe, neboli 76% TPES ČR v roce 2015. Jedná se o pokles o 17,8% z 37,6 Mtoe v roce 2005. TPES ČR v přepočtu na obyvatele byla v roce 3,9 toe, což je nižší než průměr IEA 4,5 toe na obyvatele. Uhlí je i v případě TPES dominantním zdrojem. V roce 2015 stálo za 39,2% dodané energie, což představuje necelých 16 Mtoe. V porovnání s rokem 2005 se jedná o snížení z 20,2 Mtoe o 21,1%. Tento pokles souvisí s přetransformováním energetického mixu ČR směrem od uhlí k jaderné energii. Energie z ropy v roce 2015 v ČR činila 8,5 Mtoe a energie zemního plynu 6,5 Mtoe. Role ropy v energetickém mixu země zůstává za posledních 30 let bez větších výkyvů okolo 20% TPES, do budoucna se předpokládá její pokles na hodnoty mezi 14-17%. Zemní plyn kvůli ekonomické krizi a kolísavým cenám plynu pro koncové zákazníky zažil pokles v roce 1999 ze svých 20% na hodnotu okolo 15-16%. V nejbližších dvaceti letech se ovšem počítá s jeho návratem na hranici 20-25% českého TPES. Vliv jaderné energie vzrostl mírně mezi lety 2005 až 2015 ze 6,5 na 7 Mtoe. Největší nárůst zaznamenala v roce 2003, kdy se do provozu uvedla jaderná elektrárna Temelín



s výkonem 2000 MW. S nárůstem se počítá i do budoucna. Do roku 2040 je plánované 25-33% zastoupení jaderné energie na českém TPES. Za tímto stojí především Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky v České republice z května 2015. OZE dohromady zastupovaly 9,4% TPES. Největší roli mezi OZE hraje především biomasa. Přesněji 8,6%, dále solární energie s 0,5%, vodní energie s 0,2% a energie větru s 0,1%. Mezi lety 2005 a 2015 se využití OZE zvýšilo o 95,7%. Za tímto stojí velká, především finanční podpora státu. A také ne příliš propracovaný plán dotací, který způsobil nárůst především u solární energie. V našem případě fotovoltaických elektráren. Plán naznačuje využití OZE v míře 17-22% TPES do roku 2040, kde hlavním zástupcem budou biopaliva s 80%. [10]

## 2.1. Výroba elektrická energie v ČR

Elektrická energie je v ČR vyráběna ze všech dostupných zdrojů. K přeměně dodané energie na elektrickou jsou využívány v téměř 85% elektrárny parní (55%) nebo jaderné (29%). Celková výroba elektřiny pravidelně klesá od roku 2012 hodnoty 87,6 TWh na v roce 2016 vyrobených 83,3 TWh. Podíváme-li se blíže na období mezi lety 2005 a 2015, uvidíme velký pokles výroby elektrické energie z uhlí. Přesněji o 63,8%, naopak podíl jaderné energie vzrostl ve stejném období o 30,1%. U OZE došlo k nárůstu z 3,8% na 10,7%. [43]



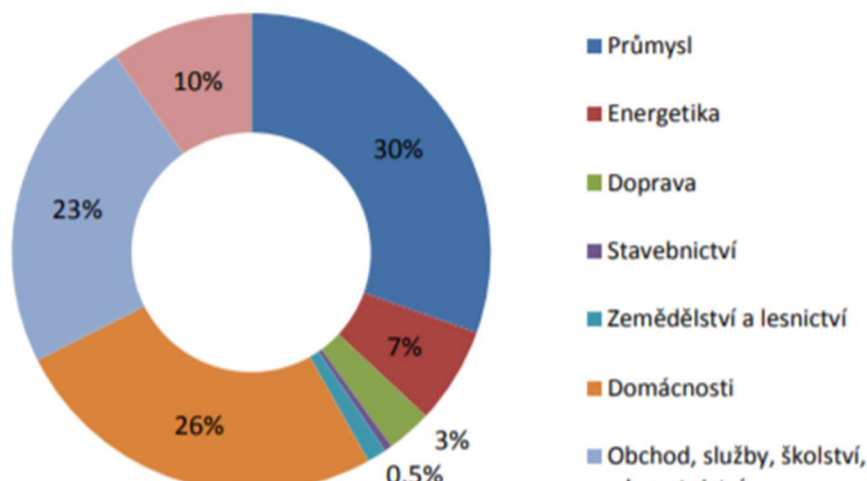
obr. 12 - Podíl paliv a technologií na výrobě elektrické energie ČR brutto v roce 2016 [11]

V roce 2016 mělo největší podíl na výrobě elektrické energie v ČR hnědé uhlí. Na druhém místě je jaderná energie před černým uhlím. Podíl paliv na výrobě

elektřiny v ČR je velmi dobře vidět na obr. 12 zpracovaným Energetický regulačním úřadem (dále jen „ERÚ“). V porovnání s členskými státy IEA měla ČR v roce 2015 13. největší podíl fosilních paliv na výrobě elektrické energie. Zároveň 4. nejvyšší podíl využití uhlí za Estonskem, Polskem a Austrálií. Ve výrobě z jaderné energie je na 8. místě ze 16. členských států IEA, které jadernou energii využívají. [11]

Celková spotřeba elektrické energie v roce 2016 byla 59,7 TWh, z čehož největší část spotřebuje průmysl. Přesněji se jedná o 30% celkové spotřeby ČR. Na druhém místě je elektrická energie spotřebovaná v domácnostech a třetím největším konzumentem je zemědělství a lesnictví. Podíl jednotlivých sektorů národního hospodářství znázorněn na obr. 13. [11]

**Podíl jednotlivých sektorů národního hospodářství na celkové spotřebě elektřiny v ČR**



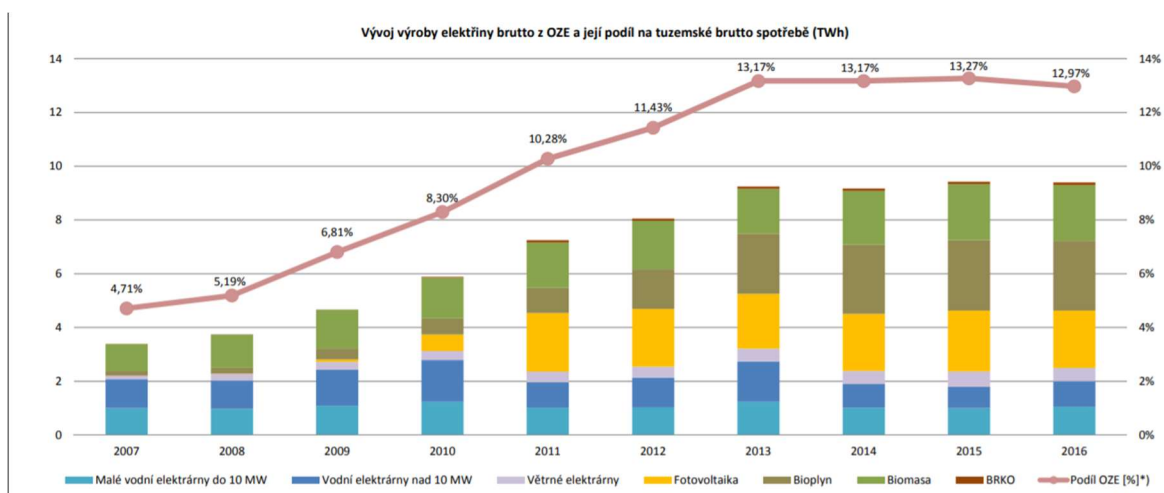
obr. 13 - Podíl jednotlivých sektorů národního hospodářství na celkové spotřebě elektřiny v ČR roce 2016 [11]

## 2.2. Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů v ČR

Způsob vývoje výroby elektřiny z OZE v ČR je velmi závislý od politických rozhodnutí. Jakožto člen EU se musí ČR řídit jejími směrnici. Přesněji se jedná o dříve zmiňovanou směrnici Evropského parlamentu a Rady č. 2009/28/ES. Její nařízení jsou v souladu se státní energetickou koncepcí a cíle pro OZE jsou sepsány v Národním akčním plánu pro obnovitelné zdroje energie. Ty směřují ke

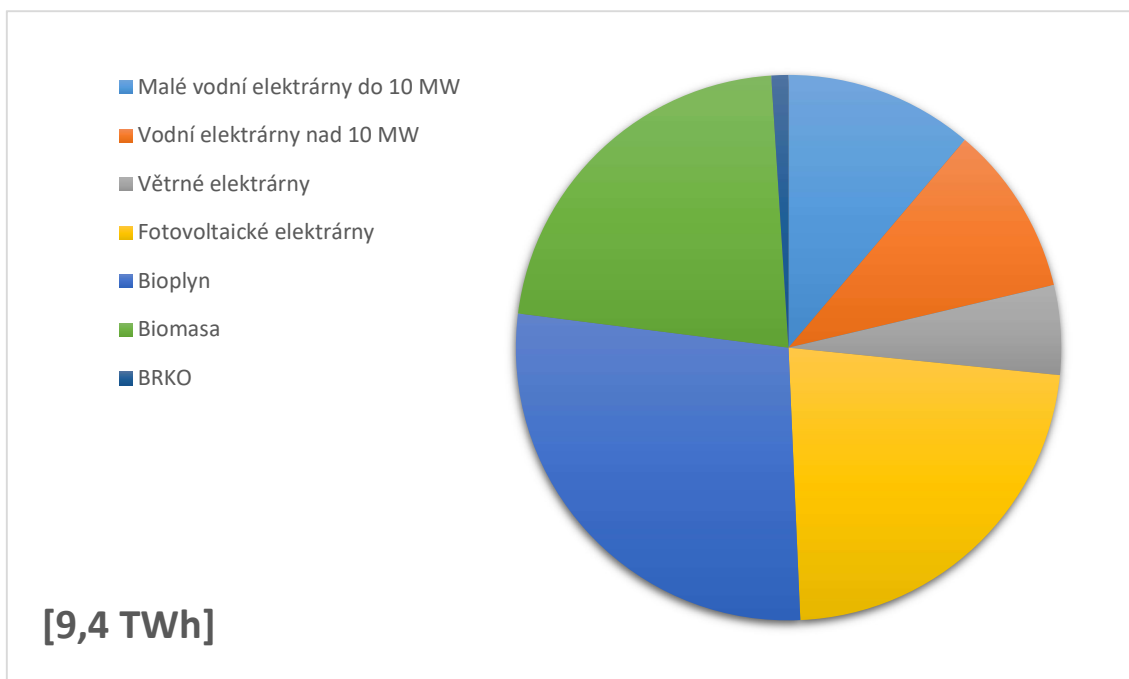
splnění cílů pro ČR stanovených pro rok 2020. Jedná se o Evropskou komisí stanovený 13% podíl OZE na hrubé konečné spotřebě energie. Splnění prvního cíle musí mít za důsledek minimálně 10% podílu OZE na energii využitě v dopravě. První cíl ČR již splnila a to dokonce v roce 2014. V dopravě se zastoupení OZE v roce 2016 pohyboval mezi 6-7%. V plnění těchto cílů je ČR je v první polovině států EU. [11]

Za navýšení podílu OZE energie mezi lety 2009 – 2013 může z větší míry neúměrně vysoké dotace fotovoltaických elektráren. Na obr. 14 jsou FVE značeny žlutou barvou. V současné době se podíl OZE na výrobě netto elektřiny zastavil na hranici okolo 13%. Navýšení této hodnoty bude muset být podpořeno propracovaným dotačním systémem. Ten bude nutné vytvořit i vzhledem k nově odsouhlaseným cílům EU do roku 2030. Má být dosaženo 32% podílu OZE na hrubé spotřebě energie. Pro ČR z tohoto cíle dle Komory pro obnovitelné zdroje vyplývá nutný podíl 22,5% OZE na své vlastní hrubé spotřebě. I přesto že se jedná o jeden z nejnižších cílů mezi všemi 28 státy, je nutné jej brát vážně a hledat řešení která povedou k jeho splnění. Mezi segmenty s největší perspektivou patří větrné elektrárny a domácnosti. V těch se především bude jednat o instalaci střešních fotovoltaických elektráren, nebo kotlů na biomasu. Je však nutné vyčkat na oficiální znění směrnice. [44]



obr. 14 – Vývoj výroby elektřiny brutto z OZE a její podíl na tuzemské brutto spotřebě(TWh) [11]

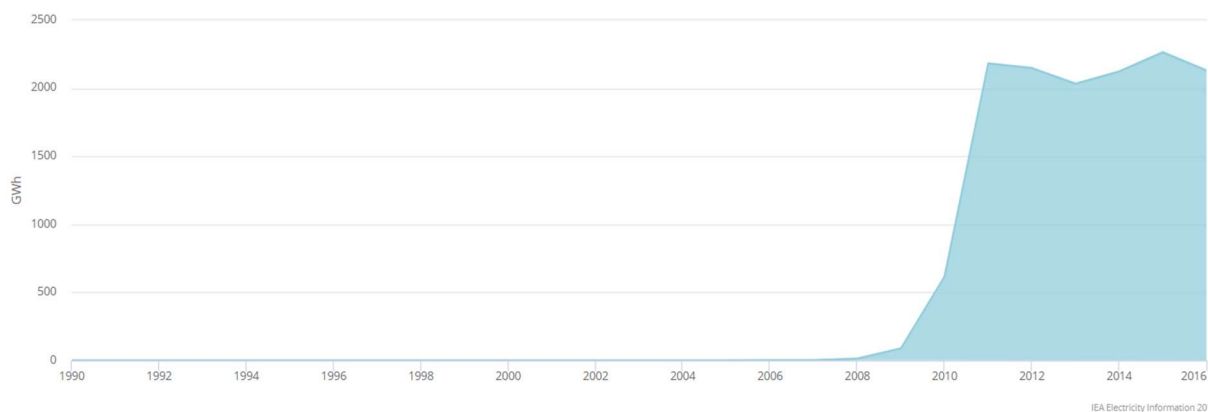
V roce 2016 měl největší podíl na výrobě elektrické energie z OZE v ČR bioplyn. Ten je využit ve 28% případů. Podíl zdrojů na výrobě elektrické energie je vidět na obr. 15. Je vidět poměrově podobné zastoupení bioplynu, vodních a fotovoltaických elektráren. [11]



obr. 15 – Podíl OZE na výrobě elektřiny v ČR v roce 2016 [vlastní tvorba, zdroj dat:[11]]

### 2.3. Výroba elektřiny fotovoltaickými elektrárnami v ČR

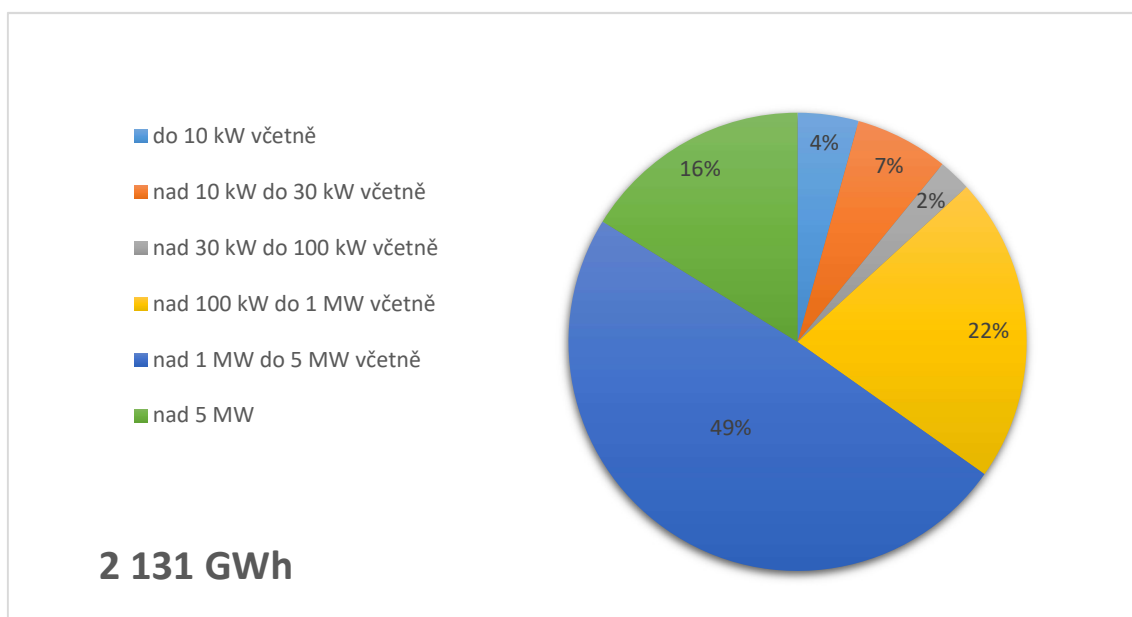
Jak již bylo napsáno v předchozím odstavci, za rozvoj fotovoltaiky v ČR může především způsob jakým byly poskytovány státní dotace v letech 2008-2010. [11]



obr. 16 - Výroba elektřiny fotovoltaickými články v ČR mezi lety 1990 - 2016 [https://www.iea.org/]

V roce 2006 se v ČR vyrobila 1 GWh elektrické energie za využití fotovoltaických článků. Jak je vidět na obr. 16, tento fakt se velmi rychle měnil. V roce 2009 to bylo 89 GWh, v roce 2010 616 GWh a v roce 2011 pak těžko uvěřitelných 2182 GWh. Následně se tyto hodnoty ustálily a v roce 2016 bylo vyrobeno 2131 GWh. [11]

Zajímavým ukazatelem je i původ této elektřiny dle velikosti elektrárny. Na obr. 17 je jasně vidět dominance elektráren o velikosti od 1 do 5 MW. 89% trhu pak ovládají elektrárny o výkonu větším než 100 kW. Příklad velikosti 100kW FVE je vidět na obr. 18. Jedná se o elektrárnu u obce Pacov s 4800 obyvateli, která pokryje její celou spotřebu. Cena takto velké elektrárny se pohybuje v rozmezí 6-10 milionů korun. Z toho je zřejmé, že dotace čerpané na FVE šly především podnikatelům, kteří se na tomto scénáři snažili zbohatnout. [11]



obr. 17 - Výroba elektřiny z fotovoltaických článků dle velikosti elektrárny v ČR v roce 2016 [vlastní tvorba, zdroj dat: [11]]



obr. 18 - Solární elektrárna Pacov [<http://www.3energy.cz/>]

### 2.3.1. Solární boom v ČR

Do roku 2006 bylo využití fotovoltaiky k výrobě elektřiny vysoce nerentabilní a pokud chtěl stát splnit požadavky EU na množství vyrobené energie z OZE, musel přijít s novým dotačním programem. Do této doby byly výkupní ceny určovány na základě zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (energetický zákon) a pohybovaly se okolo částky 6 Kč/kWh. [12, 45]



obr. 19 - Průměrná cena nového fotovoltaického modulu v dolarech mezi roky 2001 – 2012 [[www.renewableenergyworld.com](http://www.renewableenergyworld.com)]

Nový způsob podpory OZE byl stanoven zákonem č. 180/2005 Sb., o podpoře využívání obnovitelných zdrojů, který vstoupil v platnost 1.8.2005. Ten měl za cíl především zvýšit konkurenční schopnost výroby energie z OZE. Na jeho základě stanovoval ERÚ výkupní ceny elektřiny vyrobené OZE a výše zelených bonusů. Pro výroby uvedené do provozu po 1.1.2006 stanovil výkupní cenu elektřiny ve výši 13,2 Kč/kWh a přislíboval tuto cenu na 15 let od data zprovoznění elektrárny. Tato cena navíc vždy meziročně rostla se započítáním inflace. Proto je v různých tabulkách vždy různá výkupní cena, jelikož vždy záleží kdy byla taková tabulka vypracována. Dále byla stanovena maximální míra meziročního snížení výkupní ceny na 5%. Při výpočtu návratnosti investice do FVE se počítalo s obdobím 15 let, na které byly veškeré finanční prostředky z dotací koncipované. [12, 45]

Jak je však vidět na obr. 19, cena fotovoltaických panelů která do poloviny roku 2008 byla nad hranicí 3 dolarů za modul, velmi razantně klesla. Pokud si to spojíme se zafixovanou výkupní cenou a jejím maximálním meziročním snížením o 5%, jedná se doslova o snadný výdělek. Tohoto faktu si všimlo velké množství podnikatelů a jak je vidět na obr. 16, došlo k nárůstu instalovaného výkonu FVE v ČR. Snížení ceny panelů, které bylo způsobeno spuštěním enormní výroby v Číně, došlo k možné návratnosti i do 7 let od spuštění provozu FVE.

Na tento stav musela vláda reagovat. První dva roky došlo k zákonem povolenému snížení výkupních cen o 5%. Zásadní změnou pak byl zákon č. 330/2010 Sb., kterým se mění zákon 180/2005 Sb., platný od ledna 2011, který byl schválen v režimu legislativní nouze (ve zrychleném řízení) v září 2010. Ten omezil dotace velkých plošných FVE a razantně snížil výši výkupní ceny. Od roku 2011 byly podporovány již jen malé elektrárny do výkonu 30kWp a zrušena byla i podpora tzv. ostrovních provozů. [3, 14]

Dalším opatřením byl zákon č. 402/2010 Sb., kterým se mění zákon č. 180/2005 Sb., který vstoupil v platnost taktéž 1.1.2011. Ten zavedl speciální solární srážkovou 26% daň z výkupní ceny a 28% ze zeleného bonusu pro elektrárny o výkonu nad 30 kW zapojené do oběhu v od 1.1. 2009 do 31.12. 2010. Toto opatření vyvolalo velkou nevoli mezi provozovateli FVE a bylo i podáno trestní oznámení na ERÚ. Ústavní soud však provozovatelům nevyhověl a daň uznal za platnou. [3, 15]

ř./sl.	Podporovaný druh energie	Datum uvedení výroby do provozu		Instalovaný výkon výroby [kW]		Jednotarifní pásmo provozování	
		od (včetně)	do (včetně)	od	do (včetně)	Výkupní ceny [Kč/MWh]	Zelené bonusy [Kč/MWh]
		b	c	d	e	l	m
500	Výroba elektřiny využitím slunečního záření	-	31.12.2005	-	-	8 189	7 159
501		1.1.2006	31.12.2007	-	-	17 185	16 155
502		1.1.2008	31.12.2008	-	-	16 761	15 731
503		1.1.2009	31.12.2009	0	30	15 725	14 535
504		1.1.2009	31.12.2009	30	-	15 610	14 580
505		1.1.2010	31.12.2010	0	30	14 646	13 456
506		1.1.2010	31.12.2010	30	-	14 530	13 500
507		1.1.2011	31.12.2011	0	30	8 787	7 597
508		1.1.2011	31.12.2011	30	100	6 916	5 886
509		1.1.2011	31.12.2011	100	-	6 444	5 414
510		1.1.2012	31.12.2012	0	30	7 077	5 887
511		1.1.2013	30.6.2013	0	5	3 840	2 650
512		1.1.2013	30.6.2013	5	30	3 188	1 998
513		1.7.2013	31.12.2013	0	5	3 367	2 177
514		1.7.2013	31.12.2013	5	30	2 739	1 549

obr. 20 – Výkupní ceny a roční zelené bonusy na elektřinu pro výrobu elektřiny slunečním zářením platné v roce 2019 [17]

Další změny byly uplatněny zákonem č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie, který je platný od 1.1.2013. Ten omezil podporu pouze pro elektrárny o výkonu do 30 kWp a jeho následná novela zákonem č. 310/2013 Sb., upravila sazbu odvodu na 10% z výkupní ceny a na 11% ze zeleného bonusu pro elektrárny uvedené do provozu po roce 2010 o výkonu nad 30 kW. [17, 18]

Vývoj výkupní ceny a výše zeleného bonusu je možné vidět na obr. 20, kde je velmi dobře vidět snížení téměř o polovinu mezi roky 2010 a 2011.

Důsledkem boomu byl například veliký nárůst ceny elektřiny pro spotřebitele. Ta byla v ČR v roce 2012 dokonce nejdražší v Evropě. Dalším důsledkem bylo v roce 2012 spotřebovaných 66% všech dotací určených na OZE



jen na FVE, které však vyrobily jen 25% energie ze všech obnovitelných zdrojů. [45]

Po letech stagnace zažívá v dnešní době fotovoltaika opět posun kupředu. Roste počet nových instalací a to především na střechách rodinných domů. Ty nezabírají ornou půdu a nenarušují tolik krajinný ráz. Za tímto nárůstem je především nový dotační program NZÚ a zjednodušená legislativa.

## 3. Solární systémy

Sluneční energie je na povrchu Slunce uvolňována termionukleárními reakcemi a na Zemi se dostává slunečními paprsky ve formě elektromagnetického záření. Lidé z ní za pomoci solárních systémů vytvářejí především energii elektrickou a tepelnou. [5]

V té největší míře se využívá k výrobě energie elektrické přímou přeměnou v polovodičových fotovoltaických panelech. Systémy využívající tento způsob se nazývají fotovoltaické. Přeměna na tepelnou energii se využívá méně, a systémy ji využívající se v dnešní době souhrnně označují jako solárně termické. Využívají se například na ohřev bazénové nebo užitkové vody, na ohřev vzduchu a k vytápění, k destilaci či dezinfekci vody nebo k solárnímu chlazení a klimatizaci. Role termických systémů byla především v době kdy cena fotovoltaických panelů byla příliš vysoko, aby se jejich využití vyplatilo. I přestože stát nadále podporuje oba druhy výroby energie, fotovoltaika svou jednoduchostí a výdrží termické systémy předčí. Cenová politika je dnes již nastavena velmi obdobně a právě proto vedou fotovoltaické systémy. [5]

### 3.1. Solární termické systémy

Jak již bylo naznačeno, tyto systémy přeměňují energii sluneční na tepelnou. K tomuto kroku stačí matně černý povrch a máme vyhráno. Klíčem k úspěchu je ovšem samotný přenos získaného tepla s co nejmenšími ztrátami. [19]

Téměř každý solární termický systém pracuje na podobném principu, který je velmi jednoduchý. Začíná u kolektoru, který pohlcuje sluneční paprsky a mění je v teplo. To je transformované do teplotnosného média a pomocí transportního

systemu dopraveno do zásobníku, v němž je uloženo. Regulační zařízení v celém procesu zajišťuje, aby médium kolovalo v systému správným směrem. Tedy aby se ochlazené médium nemísilo předčasně s tím ohřátým. V případě tepelné závislosti na solárním systému je nutné zapojení záložního zdroje energie, aby nás výpadek slunečního svitu neochromil a mohli jsme solární systém využívat kdykoliv. [19]

### **3.1.1. Dělení solárních termických systémů**

- **dle využití**
  - systémy pro ohřev teplé vody
  - systémy pro ohřev bazénů
  - systémy pro vytápění
  - systémy pro chlazení a klimatizaci
  - k destilaci vody
  - k dezinfekci vody
  - k vaření a sušení
  - solární pece[19]
  
- **dle způsobu zajištění přenosu teplotního média**
  - systémy pasivní – teplo se přenáší samovolně, například konvekcí
  - systémy aktivní – médium je přenášeno aktivně například čerpadlem nebo ventilátorem[19]
  
- **dle typu média sloužícího k přenosu tepla**
  - voda
  - nemrznoucí směs
  - vzduch[19]

## **3.2. Solární fotovoltaické systémy**

Přímá přeměna elektromagnetického záření v polovodičových fotovoltaických článcích na energii elektrickou. Takto se dá velmi zjednodušeně popsat fotovoltaický jev. V této práci nebude více rozebrán, v případě zájmu patří mezi doporučené zdroje například [5]. [5]

Fotovoltaická elektrárna však nejsou jen články. K fungující přeměně je zapotřebí spojení článků a vytvoření panelu. Ten nám zpracuje sluneční energii a vyrobí elektrickou. Tu pošle do střídače, který zajistí přeměnu ze stejnosměrného proudu na střídavý, který koluje v rozvodné síti. Panely musí být umístěny na takové konstrukci, která bude zajišťovat co nejdelší sluneční svit na jejich plochu. [5]

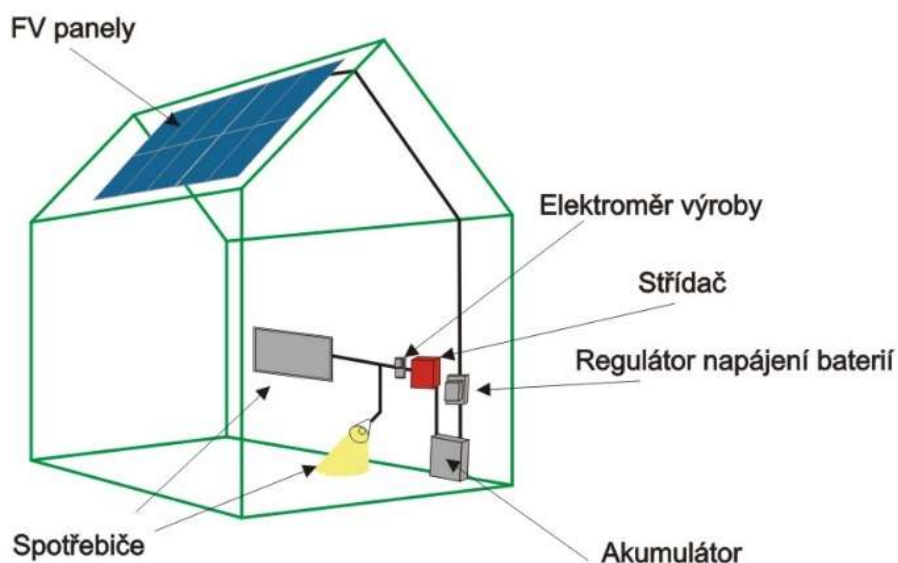
### **3.2.1. Dělení fotovoltaických systémů**

FVE jsou děleny především dle typu jejich napojení na distribuční síť. Jde především o to, zda mohou vyrobenou elektřinu do sítě dodávat, či ne. Následně se pak dělí dle svého výkonu a potažmo i dle umístění. [5]

#### **3.2.1.1. Dle typu spojení s rozvodnou sítí**

- Systémy nespojené s rozvodnou sítí, jinak též autonomní nebo „ostrovní“. Jejich využití se najde především v odlehlých oblastech, kde je velmi náročné vybudovat připojení k distribuční síti, nebo kde je takové řešení přímo nemožné. Také se dají pojmenovat označením spotřební, jelikož energii vyrobenou spotřebovávají. [5]

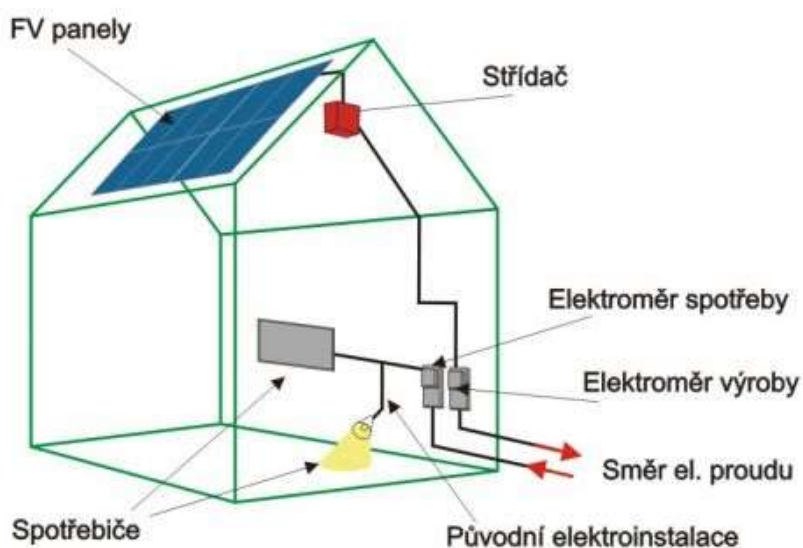
- Veškerá energie je spotřebována spotřebičem
- Energie nespotebovaná se ukládá do akumulátorů obr. 21.



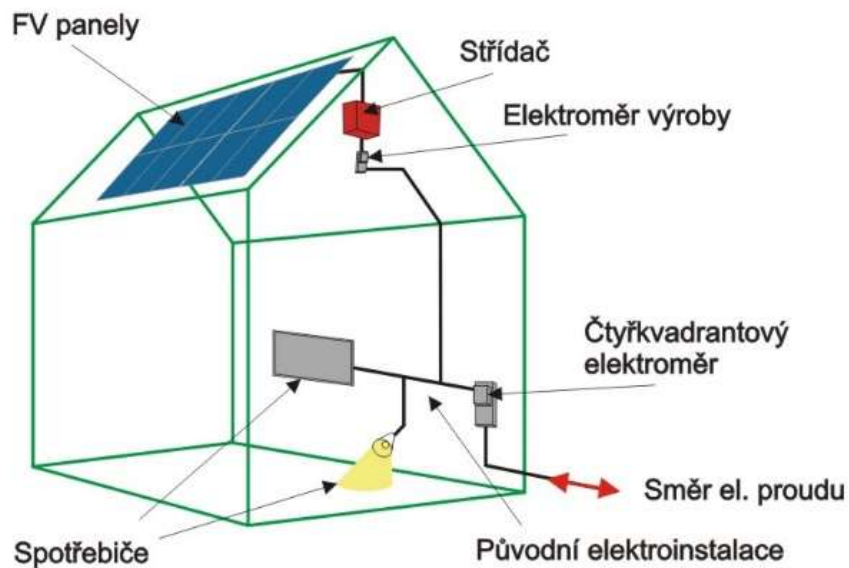
obr. 21 - Zapojení FVE bez připojení k distribuční síti [46]

- Systémy spojené s rozvodnou sítí. Jedná se o systémy, které při výpadku mohou čerpat energii ze sítě. Některé mohou přebytky vyrobené energie do sítě prodat. [46]

- Přímé napojení elektrárny na rozvodnou síť. Veškerá vyrobená energie je prodána. Viz. obr. 22. Takový systém se může taktéž nazývat distribuční, jelikož je veškerá vyrobená energie distribuována do sítě. [46]

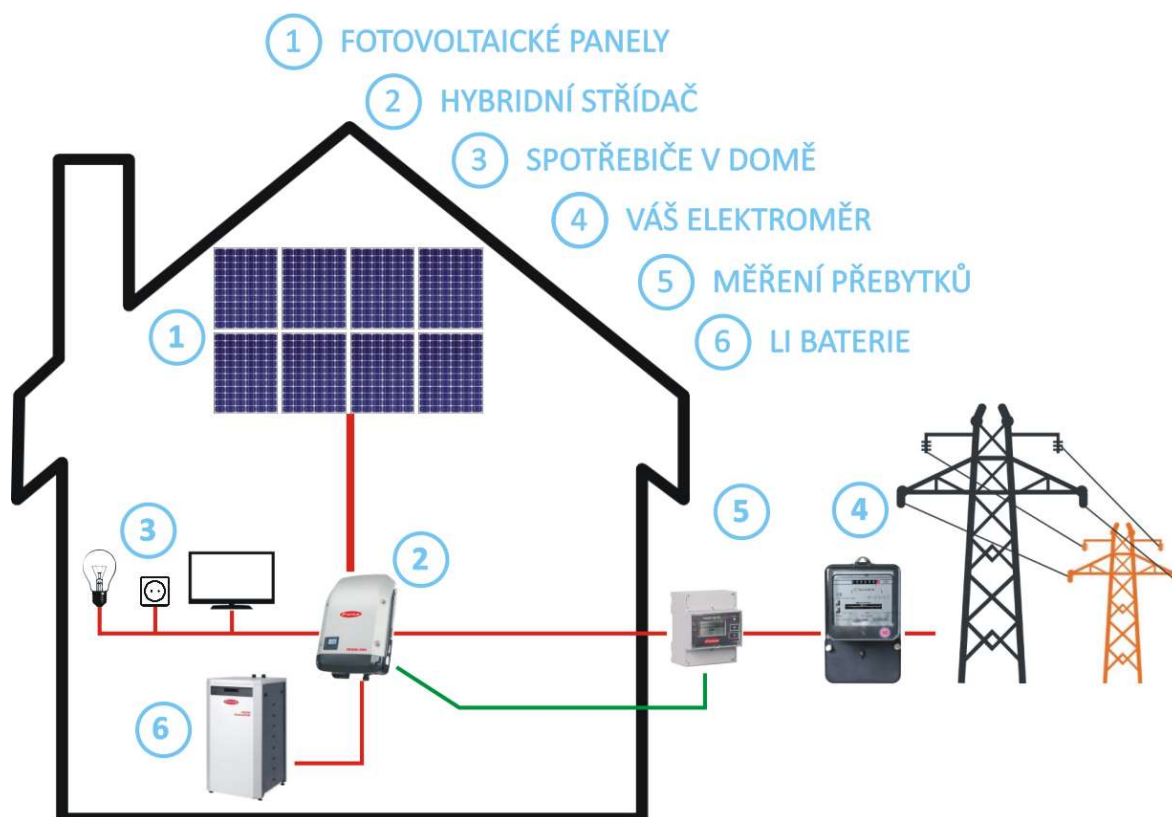


obr. 22 - Napojení FVE přímo na rozvodnou distribuční síť [46]



obr. 23 - Hybridní zapojení FVE [46]

- Napojení elektrárny na existující elektrické rozvody domu. V případě výpadku solární energie je možné využít napojení na síť a zamezit tak výpadku energie. V případě přebytku je možné energii prodat (obr. 23). Tento systém lze doplnit o akumulátory (obr. 24), pokud nechceme všechnu nespotřebovanou energii prodávat. Zároveň je zapojení akumulátorů nutné pro získání podpory z programu NZÚ. Takový systém, taktéž nazývaný hybridní je kombinací spotřebitelského a distribučního systému. Pro získání dotace je dále nutné udržet maximální instalovaný výkon systému pod 10 kWp. [47]



obr. 24 - Hybridní zapojení FVE s využitím akumulátorů [http://www.termenergy.cz/]

Vyhláška č. 16/2016 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě specifikuje možnosti připojení do distribuční sítě. Právě hybridní systémy, které spadají do podoblastí programu NZÚ se řídí touto vyhláškou při podávání žádosti provozovatelům distribuční soustavy. Z pohledu technických specifikací systému je možné využít dva druhy připojení do distribuční sítě:

### 1. Mikrozdroj

U tohoto typu připojení lze počítat s jednodušší administrací připojení, ovšem striktnějšími technickými požadavky. Dle vyhlášky č. 16/2016 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě je mikrozdrojem: „zdroj elektrické energie a všechna související zařízení pro výrobu elektřiny, určený pro paralelní provoz s distribuční soustavou nízkého napětí se jmenovitým střídavým fázovým proudem do 16 A na fázi včetně a celkovým maximálním instalovaným výkonem do 10 kW včetně“. Technické řešení mikrozdroje musí zamezit dodávkám energie do sítě a zároveň musí žadatel zajistit změření impedance proudové smyčky v místě připojení k distribuční soustavě podle české technické normy osobou s odbornou způsobilostí. Hodnota limitní impedance je pro zdroje do 16 A na fázi 0,47

$\Omega$  a pro zdroje do 10 A na fázi 0,75  $\Omega$ . Pokud je impedance vyšší, je možné připojit mikrozdvoj do sítě jen standardním způsobem. [20]

## 2. Standardní připojení

Toto připojení nevyžaduje technické zamezení přetoků do distribuční sítě, naopak umožňuje přetoky prodat obchodníkům s elektrickou energií. Limit impedance u tohoto připojení odpadá, pouze pro zachování možnosti získání dotace zůstává limit maximálního instalovaného výkonu systému 10 kWp. Zároveň je však u tohoto typu připojení složitější administrace při připojování. [20]

Více o podání žádosti při připojování hybridního systému mikrozdvoje, či standardním připojením je sepsáno v odstavci 4.2.6.

### 3.2.1.2. Dle celkového výkonu elektrárny

- malého výkonu do 10 kWp – malé střešní instalace
- středního výkonu do 200 kWp – velké střešní instalace
- velkého výkonu nad 200 kWp – volně stojící instalace

[48]

### 3.2.2. Součásti fotovoltaického systému

Pokud bychom hledali určující definici FVE, pak se dá určitě použít následující: „Soubor vzájemně spojených fotovoltaických panelů, střídačů (invertorů), jistících prvků a podpurných konstrukcí se nazývá fotovoltaická elektrárna.“[48] A právě z těchto částí se FVE skládá.

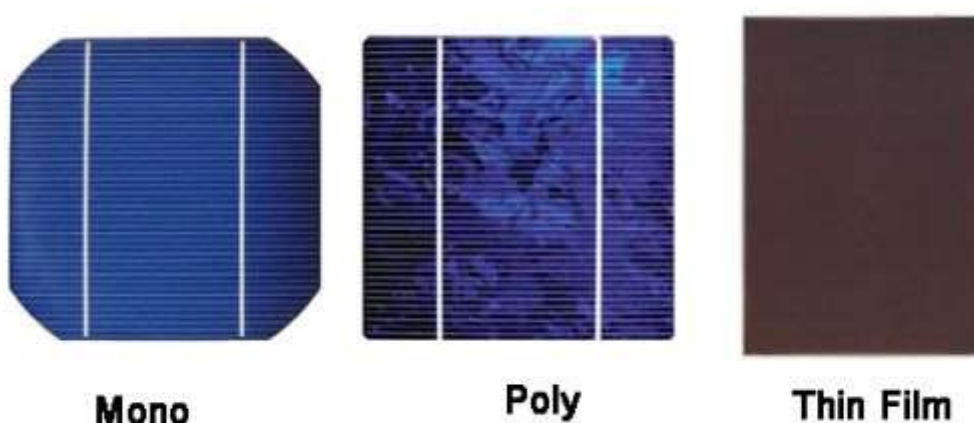
Nyní se pojdme podívat na její jednotlivé části postupně:

#### 3.2.2.1. Fotovoltaický panel

Fotovoltaický panel je tvořen sérioparalelně spojenými fotovoltaickými články. Právě typ článku se může měnit a to v závislosti na typu použitého materiálu a způsoby výroby:

- Monokrystalický – při výrobě se roztavený křemík zcela homogenizuje a jeho krystaly tvoří jednolitou vrstvu. Tento druh panelů je vhodný na pohyblivé podpoře, jelikož potřebuje co nejlepší postavení vůči slunci k co nejvyšší účinnosti. [5]

- Polykrystalický – při výrobě se krystaly křemíku lisují a netvoří tak jednolitou vrstvu. Tento druh panelu je vhodný na střechy. Je lépe schopný využít i méně přesně skloněné sluneční záření. [5]
- Tenkovrstvý (Thin Film) – vyrábí se za pomoci nanášení tenké vrstvy amorfního křemíku na skleněný podklad. Jeho nevýhodou je účinnost, která je téměř poloviční oproti dvěma předchozím. Velkou výhodou je však minimální míra přehřívání v horkých letních měsících. Dokáže tedy vytěžit z nejlepšího počasí nejvíce energie. [46]

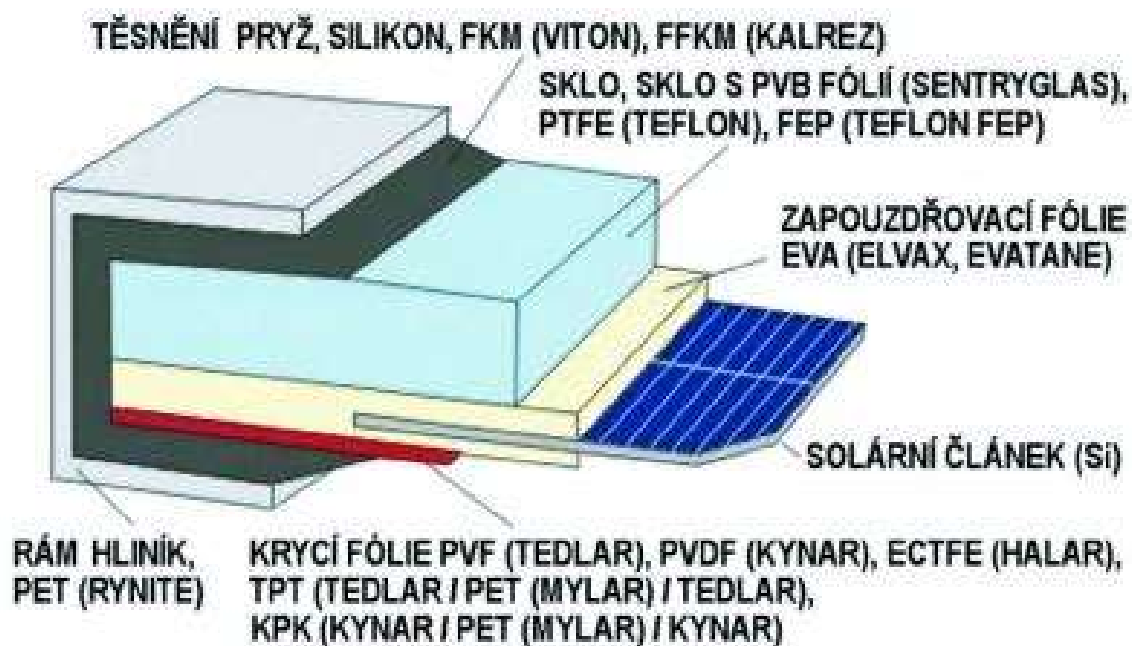


obr. 25 - Druhy fotovoltaických článků [46]

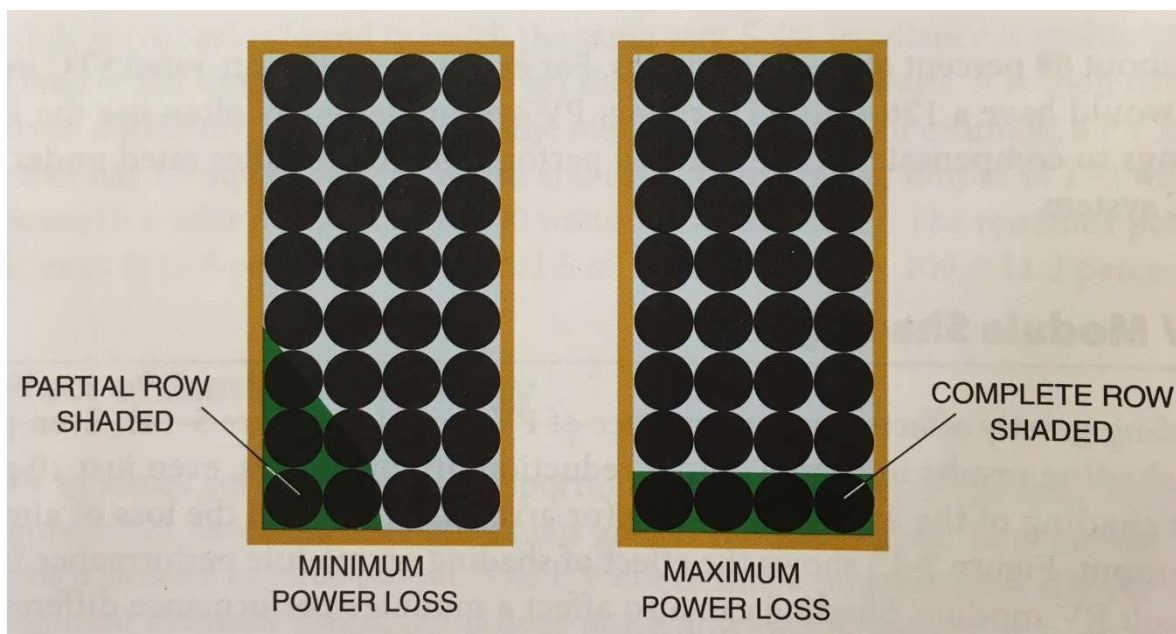
Článek bývá čtvrt milimetru vysoký a 153 mm uhlopříčně dlouhý. Vykazují velmi dlouhou životnost, která se uvádí mezi 25 až 35 lety. Zároveň se však jejich účinnost pohybuje pouze okolo 10 - 15%. Samotný panel má většinou výkonnost mezi 270 – 300 Wp a rozměry 1650x995 mm. Taktéž je chráněn velmi pevným sklem, aby byl chráněn i před výkyvy počasí, jakým mohou být např. kroupy. [21, 49]

V průběhu let se stal fotovoltaický panel téměř bezúdržbovým zařízením. Jediným nutným procesem je jeho čištění. Ať už od listí, sněhu nebo jiných nečistot. Jakékoliv zakrytí panelu způsobuje jeho ztráty. Jak je vidět v tab. 2, stačí aby byl zakryt jen jeden článek a může tím být snížena účinnost panelu o 75%. Ztrátu panelu při zakrytí více článku ovlivňuje i jejich způsob zapojení. Nejlépe to vystihuje obr. 28, kde je znázorněno jaké zakrytí je nejhorší. Pokud je zakryto více článků v jedné sérii, není ztráta taková, jako je-li zakryt vždy jeden článek z každé série (tzv. stringu). [21]





obr. 26 - Konstrukce FV panelu [46]



obr. 27 – Efekt odlišného zastínění na výkon panelu [21]

tab. 2 – Účinek zastínění monokrystalického fotovoltaického panelu dle celkové plochy zastínění jednoho článku [21]

Procento zakrytí jednoho článku	Procentuální ztráta účinnosti panelu
0%	0%
25%	25%
50%	50%
75%	66%
100%	75%
Zakryty 3 články	93%

Při výběru panelu na vlastní střechu je důležité mít na paměti technická kritéria, které musí panely splňovat aby systém jako celek mohl získat podporu programu NZÚ. [50] Těmito požadavky jsou:

- Minimální účinnost (vztažena k celkové ploše fotovoltaického modulu) při standardních testovacích podmínkách (STC 2)) je:
  - 15 % pro panely a moduly složené z mono- a polykrystalických článků;
  - 10 % pro panely a moduly složené z tenkovrstvých amorfních článků;
  - Bez požadavku pro fotovoltaické střešní krytiny a fasádní systémy a jiné než plošné kolektory (např. trubicové). [50]
- Účinnosti fotovoltaických modulů, střídačů a technologie sledování bodu maximálního výkonu (MPPT) deklarované výrobcem je možno pro účel srovnání s požadavky Programu matematicky zaokrouhlit na celá procenta. [50]

### 3.2.2.2. Regulátory nabíjení

Regulátor nabíjení je umístěn mezi panelem a akumulátorem. Jeho úkolem je chránit jak panel, tak především akumulátor. Pokud by zůstal panel za tmy připojený na akumulátoru, zcela by jej vybil. Takové vybíjení rapidně snižuje životnost akumulátoru. Na druhou stranu reguluje nabíjení akumulátoru na potřebnou hodnotu a hlídá i jeho případné plné dobití, kdy dokáže panel odpojit, nebo upravit dobíjecí napětí. Taktéž zajišťuje odpojení spotřebiče od akumulátoru v případě jeho vybití. [51]



obr. 28 - Regulátor napětí PWM [<https://arduino-shop.cz>]

### 3.2.2.3. Akumulátory

Akumulátory využití u fotovoltaických elektráren musí být odolné vůči hlubokému vybití a schopné velké cykličnosti. Zásadním aspektem každého akumulátoru je jeho kapacita, které určuje množství energie které je schopný skladovat. Ideální kapacita se určuje dle velikosti elektrárny a množství přebytkové energie, kterou je potřeba ukládat. V dnešní době jsou nejvyužívanějšími akumulátory olověné s kapalným či gelovým elektrolytem nebo lithiové akumulátory. Olověné slouží spíše k menším instalacím, jak například do obytného vozu. Naopak lithiové se využívají u instalacích na rodinných domech a podobně. [52]

Opět je však nutné brát v potaz podmínky dotačního programu. Ten dokonce přímo nařizuje využití akumulátorů u určitých podoblastí podpory a zároveň určuje je i jejich technické vlastnosti společně s kapacitou. Zakázány jsou startovací olověné akumulátory (autobaterie) a Ni-Cd akumulátory. Dále je určena minimální měrná kapacita 1,75 kWh na 1 kWp instalovaného výkonu. Jsou-li použity v systému využití lithiové akumulátory s vysokým počtem vybíjecích cyklů je možné využít sníženého požadavku na minimální měrnou kapacitu akumulátorů 1,25 kWh na 1 kWp instalovaného výkonu. [50]



obr. 29 - Domácí baterie Sonnen ECO 7, 6 kWh [<https://oze.tzb-info.cz>]

#### 3.2.2.4. Fotovoltaický měnič

Fotovoltaický panel produkuje stejnosměrný proud. Velká část spotřebičů a především rozvodná síť využívá proud střídavý. Je nutné jej tedy převést. K tomu slouží měniče (taktéž střídače, nebo invertory), které za využití tranzistorů proud přetransformují a upraví na stejné parametry jako má distribuční síť. U malých systému slouží i jako přepětová ochrana. Účinnost transformátorových střídačů se pohybuje okolo 95%. Rozdělují se především dle velikosti elektrárny. Malé systémy o velikosti do 20kW využívají malé střídače. Viz. obr. 30.



obr. 30 - Fotovoltaický měnič Fronius Symo 6.0-3-M  
[<https://www.schrack.cz>]

Stejně jako u panelů a baterií stanovuje NZÚ pravidla pro technické specifikace měničů. Jeho minimální účinnost musí být 94% a musí být vybaven technologií pro sledování bodu maximálního výkonu s minimální účinností přizpůsobení 98 %. U hybridních měničů přeměňující stejnosměrný proud z akumulátorů na stejnosměrný, využitý ve vnitřních rozvodech domu může být účinnost 92%. [50]

### **3.2.2.5. Zařízení k optimalizace vlastní spotřeby**

Jedním z dalších požadavků podmínek pro získání dotační podpory je instalace zařízení pro optimalizaci vlastní spotřeby vyrobené energie. Toto zařízení dokáže distribuovat vyrobenou energii v závislosti na aktuální výrobě s preferencí okamžité spotřeby ve spotřebičích. Takovými zařízeními jsou například WATTrouter nebo Solar iBoost. Většinou jsou součástí instalace systému, ale je vždy nutné jeho přítomnost potvrdit. [50, 53]



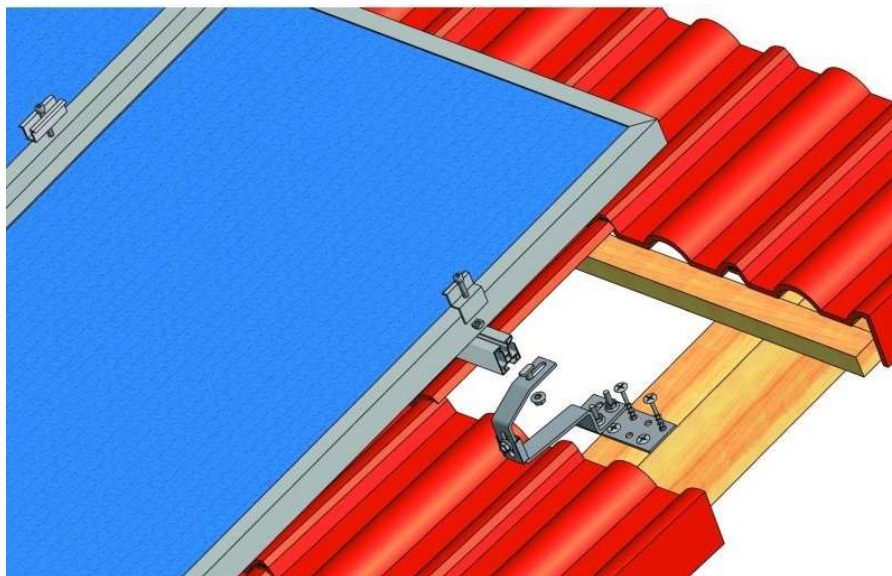
obr. 31 - Solar iBoost + [<https://www.solar-eshop.cz/>]

### 3.2.2.6. Konstrukční systém

Velmi důležitou částí fotovoltaické elektrárny jako celku je i nosná konstrukce celého systému. Ta musí, někdy i po desítky let, odolat povětrnostním vlivům. Nepřítelem nosné konstrukce je především velké množství sněhu a silný vítr. Její hlavní funkcí je správné umístění panelů vzhledem k jejich účinnosti. Při návrhu je potřeba myslet její budoucí polohu, aby nedocházelo ke stínění samotným konstrukčním systémem. [54] Rozdělují se dle typu instalace:

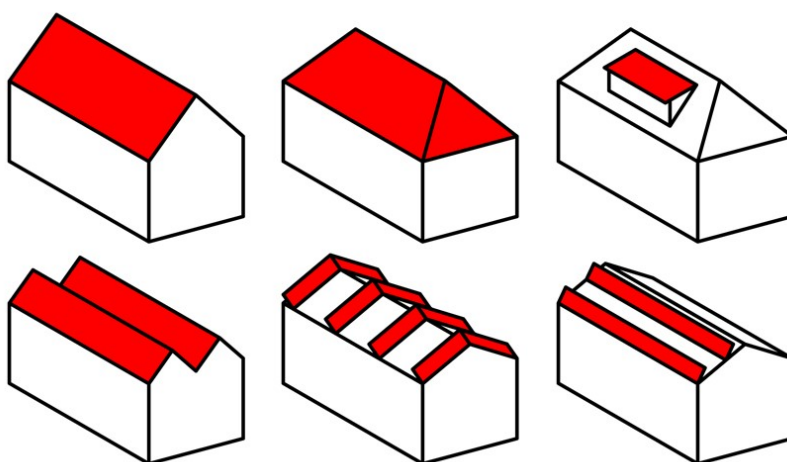
- **Šikmé střechy:** Při instalacích na šikmých střechách je nutné velmi dobře vyřešit kotvení panelů. Musí se zamezit jejich jakémukoliv pohybu, především pak skluzu dolů ze střechy. Samotný nosný systém je velmi jednoduchý a velmi často nemusí být ani přizpůsoben ke změně sklonu střechy. Je tvořen speciálními háky, které konstrukci přichycují ke střeše a hliníkovými profily (obr. 32). Obdobná řešení jsou dnes k dispozici na

všechny druhy šikmých střech Možné způsoby instalace panelů na šikmé střechy je vidět na obr. 33. [54]



obr. 32 – Uchycení nosného rámu na laťování střechy  
[<https://shop.iftech.cz>]

#### UMÍSTĚNÍ SOLÁRNÍCH PANELŮ NA ŠIKMÉ STŘEŠE



obr. 33 - Umístění panelů na sedlové střеше [54]

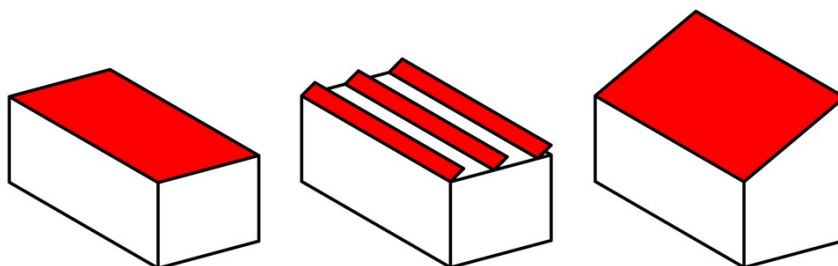
- **Ploché střechy:** Na plochých střechách je důležité způsob kotvení celé konstrukce. Při využití betonových bloků (obr. 34) k zatížení konstrukce je důležité myslet i na statické vlastnosti budovy pod ním. Druhým možným kotvením je přímé do skladby střechy. Panely pak mohou být umístěn vodorovně, nebo pod sklonem. Vodorovné umístění zvyšuje namáhání střešní konstrukce budovy jen vlastní vahou. Nakloněné umístění zvyšuje

namáhání při zhoršených povětrnostních podmínkách. [54] Různé způsoby umístění panelů na plochých střechách jsou vidět na obr. 35.



obr. 34 - fotovoltaické panely na ploché střeše střechy [www.sunwave.cz]

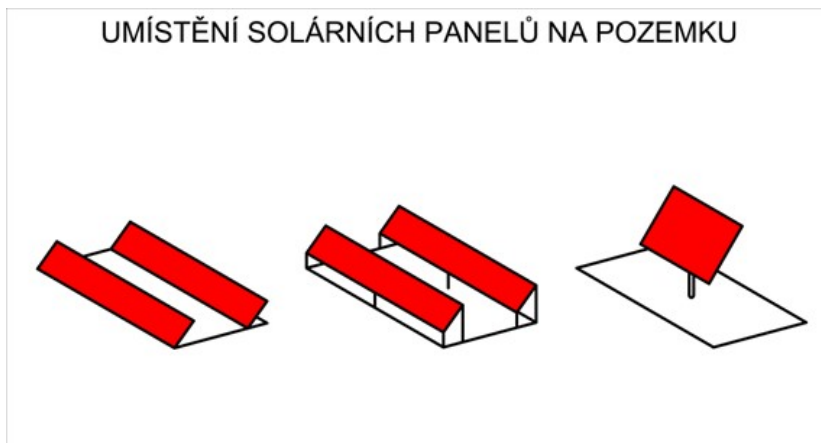
#### UMÍSTĚNÍ SOLÁRNÍCH PANELŮ NA PLOCHÉ STŘEŠE



obr. 35 – Solární panely na ploché střeše [54]

- **Instalace na zemi:** Na velkých FVE umístěných na rozlehlých pozemcích je konstrukce téměř identická k té používané na plochých střechách. Rozdíl je v kotvení. Na volných prostranstvích se konstrukce kotví k betonovým základům, nebo k pozinkovaným profilům upevněným do země. Návrh konstrukce musí zamezit vzájemnému stínění panelů. [54]





obr. 36 - Solární panely na pozemku [54]

- Otočné konstrukce:** Ty jsou využívány k maximalizaci výnosu elektrárny. Svým natáčením dokáží sledovat dráhu slunce a až o třetinu zvyšují množství vyrobené energie. Těchto zařízení je více druhů dle času slunečního svitu pod správným úhlem na panely. Konstrukce se mohou otáčet kompletně celé, nebo jen podél své osy. Je ovšem potřeba zvážit výrazně vyšší náklady na instalaci takových konstrukcí, oproti těm statickým. Další nevýhodou pak je nutná mnohdy i náročná údržba a spotřebovávání proudu samotnou nosnou konstrukcí. [54]



obr. 37 – Otočná nosná konstrukce [www.solarobchod.cz]

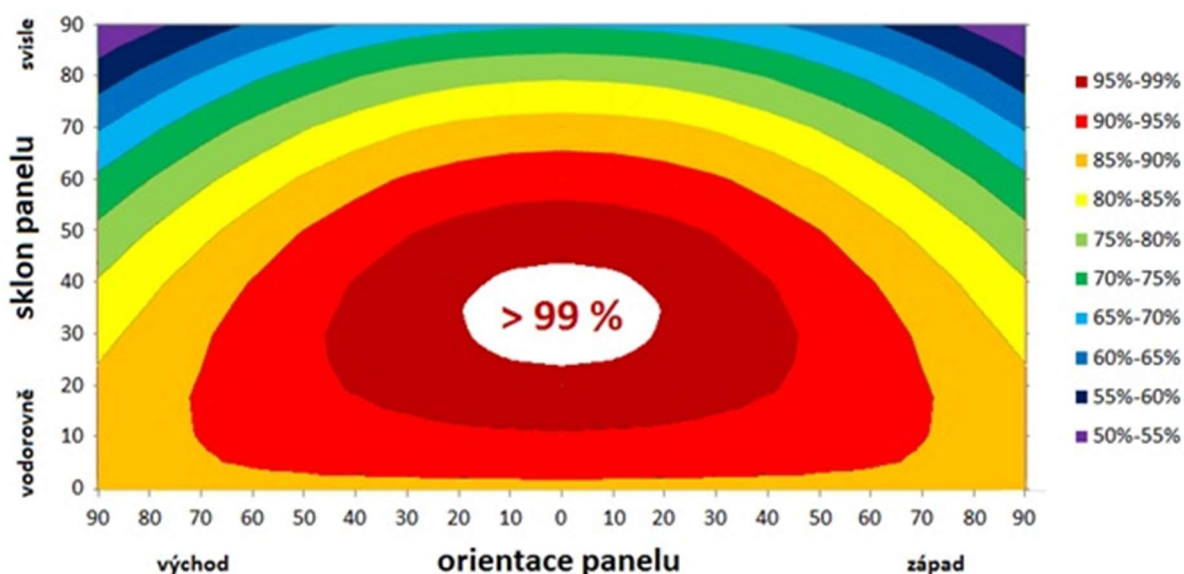
### 3.2.3. Optimální orientace a sklon fotovoltaického panelu

Optimální orientací fotovoltaického panelu je jih. Ovšem jakékoliv natočení mezi jihozápadem a jihovýchodem je v pořádku. Ztráty systému se v tomto

rozmezí pohybují do 5% od ideální orientace. Instalace panelů směrem na východ či západ způsobuje ztrátu okolo 20%. Severní orientace už se nevyplatí.

Optimální sklon panelu je 35°. Rozmezí optimálního sklonu je mezi od 20° a 50°. Nicméně vodorovné umístění odebírá přibližně 10% výkonu. Sklon panelu je důležitý i pro čištění panelu. Pokud je panel instalován s malým sklonem, musí být počítáno s častější údržbou. [55]

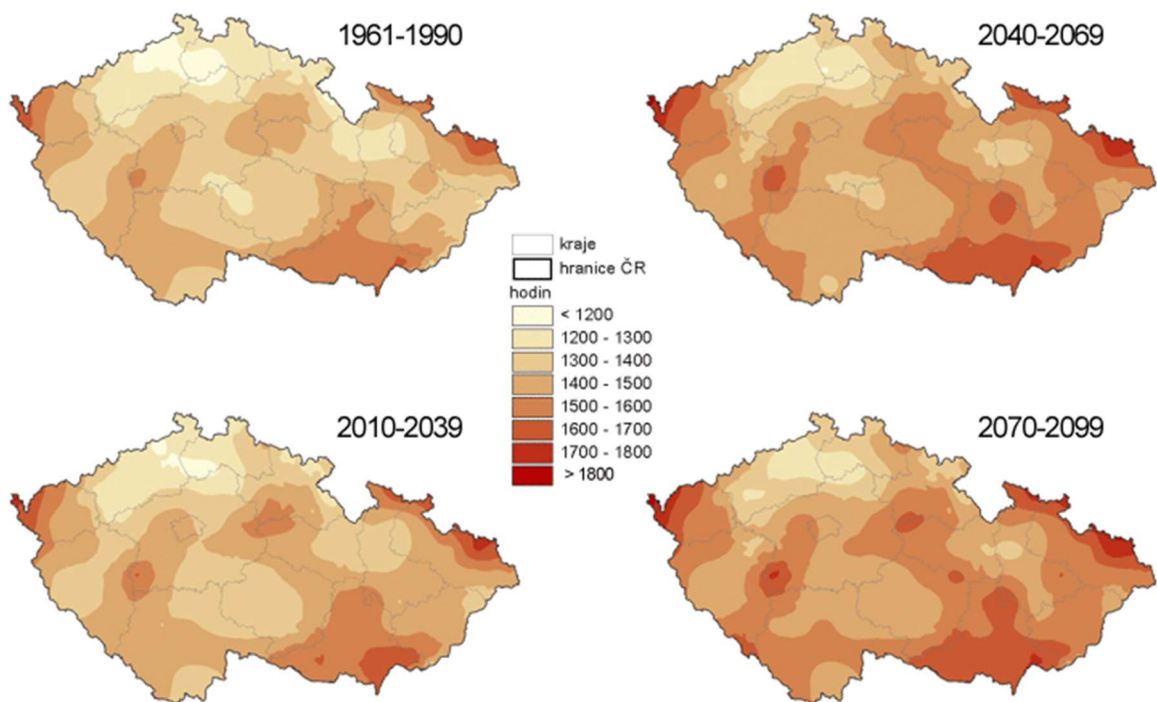
### Výnos energie v závislosti na sklonu a orientaci panelu



obr. 38 - Výnos energie v závislosti na sklonu a orientaci FV panelu [55]

### 3.2.4. Sluneční svit v ČR

Informace o množství slunečního svitu dopadajícího na území ČR zveřejňuje Český hydrometeorologický úřad. V roce 2018 svítí slunce nejvíce v měsíci květnu, přesně 269 hodin v průměru všech 31 měřících stanic po republice. Nejvyšší dobu slunečního svitu mají letní měsíce a naopak zimní mají dobu svitu nejmenší především kvůli často zvýšené oblačnosti. Průměrný roční sluneční svit se pohybuje v průměru 1330 – 1800 hodin. Pro lepší představu v jakých místech ČR svítí nejvíce slouží obr. 39. Na něm jsou vidět dlouhodobé údaje jak z minulosti tak předpokládané až do roku 2099. [<http://portal.chmi.cz/>]



obr. 39 - Dlouhodobé průměry ročních úhrnů doby trvání slunečního svitu (hod.) v referenčním a ve scénářových obdobích [<http://portal.chmi.cz/>]

## Praktická část diplomové práce

## 4. Realizace vlastní malé fotovoltaické elektrárny

V předchozí části práce byl sepsán podrobný vliv všech energetických zdrojů na výrobu světové energie, především pak té elektrické. Stejně tak pro ČR. Dále byly vypsány všechny druhy zapojení solárních fotovoltaických systémů a jejich součástí. To vše z důvodu objasnění vlivu solární energie a možnosti jejího využití. V následující části bude práce rozebírat samotnou výstavbu malé FVE na území ČR.

Mezi hlavní důvody, proč se dnes stavebníci rozhodují pro využití fotovoltaiky je finanční podpora státu zajišťovaná programem Nová zelená úsporám. Tato podpora dělá fotovoltaické systémy dostupnější a snižuje návratnost investice na hranici 10 – 15 let. Následné využívání systému pak výrazně snižuje náklady na provoz domácnosti. Dalšími výhodami fotovoltaických systémů mohou být, energetická soběstačnost, vysoká spolehlivost, ekologičnost řešení, nízké náklady na údržbu. Nevýhodou může být nejistota solárních zisků a s tím související klimatické podmínky na území ČR, poměrně vysoká pořizovací cena systému a nemožnost instalace na jakémkoliv místě.

Postup samotné realizace se dá rozdělit do tří částí. Předinvestiční fáze, investiční fáze a provozní fáze projektu. V předinvestiční fázi se určí vhodnost pozemku, druh a velikost elektrárny, finanční náročnost projektu a výběr dodavatele. Následuje investiční fáze, kde jde především o instalaci elektrárny. Provozní fáze, při které je elektrárna uvedena do provozu a provozována. Na konci bude sepsán životní cyklus FVE a nastíněna návratnost investice do fotovoltaického systému.

### 4.1. Způsoby realizace

Způsobů, které je možno zvolit na výstavbu FVE je mnoho. Je určité možné si ji postavit zcela sám. V tom případě je nutno být elektro-specialista, projektant, stavař a v podstatě i horolezec a na vše mít licenci od příslušných úřadů. Taková varianta je ovšem nepravděpodobná a zároveň by zabrala velké množství času. Dále je možná opačná verze a to stavby na klíč. V dnešní době je tato forma velmi

propagována instalačními společnostmi, které tuto formu nabízejí jakožto svůj produkt. Dá se říci, že vše udělají za vás. Výhodou je i následný servis, zajištěný instalačními společnostmi a jednotná záruka. Nevýhodou je zpravidla vyšší celková cena. Jako poslední je varianta někde mezi předchozími, ke které by měla nejvíce směřovat tato práce. V podstatě se jedná o řízení projektu investorem a jen na specifické činnosti přizvání specialisty. Především se jedná o vyhotovení projektové dokumentace, instalaci systému a napojení na distribuční síť. Tato varianta je pro investora časově náročnější, ovšem zpravidla levnější. Zároveň bude mít o realizaci dokonalý přehled a bude mít možnost si ji lépe ohlídat.

Tato práce slouží především k porozumění problematice instalace, povolování a zprovoznování fotovoltaického systému. Tyto znalosti jsou důležité, přemýšlí-li investor o jakémkoliv přístupu k výstavbě. I při využití dodání elektrárny na klíč, si díky velmi dobrému povědomí o všech nutných úkonech bude moci hlídat cenu dodávky jako celku. Pokud bude chtít ale investor stavbu řídit sám a zvat si jen specialisty, informace zde sepsané využije bez zbytku. Následný provoz elektrárny také není samozřejmostí a je téměř nutné mít přehled o kompletním systému instalovaném na jeho nemovitosti.

Dalším možným rozdělením způsobu realizace je výstavba systému společně s výstavbou nemovitosti, nebo dodatečná instalace na již stojící nemovitosti. Dotační program umožňuje obě varianty. Při společné výstavbě je doporučeno nejdříve dokončit nemovitost a při výstavbě instalovat rozvody pro fotovoltaický systém, který se ovšem postaví až následně. Tato práce je tedy zaměřena na dodatečnou instalaci systému, jelikož se využije v obou způsobech výstavby.

## **4.2. Předinvestiční fáze projektu**

Souhrnně se dá říci, že jde o fázi, která nám má určit zda je projekt realizovatelný. A pokud je, tak určit jeho parametry. V případě FVE jde o určení její velikosti, druhu, typu připojení a především pak finanční náročnosti projektu. Jedná se o období před jakoukoliv větší investicí, ve kterém by mělo dojít k vyhodnocení investic budoucích. Tato fáze končí výběrem vhodného dodavatele projektové dokumentace a jejím objednáním.

### **4.2.1. Určení vhodnosti pozemku**

K výrobě elektřiny za pomoci fotovoltaických panelů je potřeba sluneční záření. Je tedy nutné zkontrolovat množství, které bude dopadat na plánovanou FVE. Místa v ČR s nejdelší délkou ročního slunečního svitu jsou znázorněny na obr. 39. Nejvhodnější umístění fotovoltaických panelů pak v odstavci 3.2.3. Nicméně i sebedelší sluneční svit a ideální orientace nepomůže, pokud bude na systém vrhán stín od různých překážek. Je potřeba dobře zjistit pohyb stínů od okolních objektů. Je potřeba počítat i s možnou dostavbou objektů v okolí a růstem fauny. Tento krok není radno podcenit, jelikož případné zastínění systému v budoucnu by mohlo celý projekt ve velké míře znehodnotit. Pokud by bylo zjištěno, že střecha domu nevyhovuje, můžou se panely umístit i na jiné objekty na stejném pozemku (garáž, kůlny, atd.), jsou-li tyto objekty zaneseny v katastru nemovitostí. [50]

### **4.2.2. Soulad s územním plánem obce**

Další kroky by měli směřovat na místní stavební úřad. Tam je vhodné se zeptat, zda je stavební záměr v souladu s územním plánem a je možné jej realizovat. Dále je dobré se zeptat jestli ve výstavbě nebrání ochranná pásma nebo jiné okolnosti. Zde velmi záleží na velikosti a typu elektrárny, ale již v této době má investor určitou představu, takže by neměl být problém toto alespoň ústní potvrzení získat. Zároveň je možné nechat si zodpovědět i jiné otázky, které určitě bude mít investor v hlavě a nebude si úplně jist svým názorem. Například informaci o územním řízení, které jej bude s jeho projektem čekat. Více o povolovacím procesu je v odstavci 4.3.1. [22]

Pokud by se zjistilo, že na pozemku nejde záměr realizovat z důvodu nesouladu s územním plánem. Zbývá už jen zažádat obec o změnu územního plánu. Jde však o velmi zdlouhavý proces s nejistým výsledkem. Zároveň má obec pravomoc chtít po stavebníkovi uhradit náklady spojené se změnou územního plánu. Je tedy lepší tyto informace konzultovat ještě před koupí pozemku. [22]

### **4.2.3. Volba typu a velikosti fotovoltaické elektrárny**

Podoblast podpory C.3 nabízí více možností volby typu a velikosti elektrárny, výběr by měl být podřízen záměru investora. U fotovoltaických systémů je možné vybrat 6 druhů, které jsou uvedeny v odstavci 4.2.3.1. Pro tuto práci byl z důvodu lepšího porozumění postupu vybrán typ systému s akumulací elektrické energie

do akumulátorů a možností prodeje přebytků energie do distribuční sítě (hybridní zapojení systému), který spadá do podoblastí C.3.5, C.3.6 a C.3.7. Důvodem k tomuto kroku nebylo jen zpřehlednění práce, ale i tendence investorů k realizaci právě jednoho z těchto systémů. Dalším důvodem byla i komplexnost systému, na které bude vysvětlen kompletní postup, který se dá aplikovat i na ostatní systémy jen s minimálními rozdíly. [50]

Následným krokem je určení potřebného výkonu elektrárny. Pro získání podpory je důležité dodržet 3 pravidla. Prvním je maximální hodnota instalovaného výkonu 10 kWp. Pokud bude mít systém větší výkon, není možné na něj čerpat podporu. Druhým pravidlem je doložitelné využití 70% vyrobené energie v místě výroby z teoretického výkonu systému. Jinak řečeno rodinný dům musí mít schopnost spotřebovat 70% vyrobené elektřiny. Posledním pravidlem, určujícím výkon systému je výpočet z energetického hodnocení. Pokud je systém dostavbou na existující nemovitosti, stanovuje se maximální výkon systému z průměrně roční spotřeby nemovitosti. Při novostavbě se vychází z vypracovaného průkazu energetické náročnosti budovy. Spojením s minimálním 70% využitím v místě výroby vždy vyjde přesný maximální instalovaný výkon. [50]

V případě předběžného výpočtu se dá vycházet z následujících předpokladů. Spotřeba elektrické energie rodinného domu se v dnešní době pohybuje mezi 3 – 8 MWh za rok. Jde o velikost domu, druhy a množství spotřebičů a také o počet osob v domě žijících.

Při výpočtu velikosti elektrárny je vždy potřeba brát v potaz velikost vhodné plochy pro umístění panelů. Co se týče výkonu vztaženého k ploše panelů, lze počítat s následujícím. Při výkonu 1 kWp za rok bude vyrobeno 980 kWh z plochy 6-7 metrů čtverečních panelů. Tato hodnota lze libovolně násobit. Pro výrobu 4,9 MWh ročně je tedy potřeba elektrárna o výkonu 5 kWp a plochy 30-35 metrů čtverečních na střeše vhodných k umístění panelů. [49]

Cena fotovoltaického systému s akumulací se pohybuje v rozmezí 65 000,- až 90.000 Kč za 1 kWp výkonu před uplatněním dotační podpory. S dotační podporou se cena pohybuje v rozmezí 35.000 až 60.000 Kč za 1 kWp. [https://www.s-power.cz/]



Pokud by stavitel váhal a nebyl si jist, je možné připravit e-mail s fotografiemi a rozměry střechy, průměrnou spotřebou elektřiny v domácnosti a popisem záměru. Následně tento e-mail odeslat firmám zabývajících se stavbou elektráren viz. odstavec 4.2.5. Ty ve většině případů velmi rádi zašlou předběžný cenový odhad i s doporučením výkonem systému, včetně ideálního druhu zapojení.

#### 4.2.3.1. Výše dotační podpory v podoblasti podpory C.3

Nová zelená úsporám nabízí více druhů dotací. Jednak pro termická, tak především fotovoltaické systémy. Dotace jsou rozděleny dle celkového využitelného zisku elektrárny a pro hybridní systémy C.3.5, C.3.6, C.3.7. s akumulací se pohybují od 70.000 Kč až po 150.000 Kč. [50]

Pokud se nemovitost nachází v Moravskoslezském, Ústeckém a Karlovarském kraji a stavebník uvažuje nad záměry C.3.4, C.3.5, C.3.6, C.3.7. je navíc zvýhodněn 10% navýšením dotačních částek. [50]

Podoblast podpory	Typ systému	Výše podpory [Kč/dům nebo b. j.]
C.3.1	Solární termický systém na přípravu teplé vody	35 000
C.3.2	Solární termický systém na přípravu teplé vody a pítápění	50 000
C.3.3	FV systém pro přípravu teplé vody s přímým ohřevem	35 000
C.3.4	FV systém bez akumulace elektrické energie s tepelným využitím přebytků a celkovým využitelným ziskem $\geq 1\,700 \text{ kWh} \cdot \text{rok}^{-1}$	55 000
C.3.5	FV systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem $\geq 1\,700 \text{ kWh} \cdot \text{rok}^{-1}$	70 000
C.3.6	FV systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem $\geq 3\,000 \text{ kWh} \cdot \text{rok}^{-1}$	100 000
C.3.7	FV systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem $\geq 4\,000 \text{ kWh} \cdot \text{rok}^{-1}$	150 000
C.3.8	FV systém efektivně spolupracující se systémem vytápění a přípravy teplé vody s tepelným čerpadlem	150 000

obr. 40 – výše podpory v podoblasti podpory C.3 [50]

#### 4.2.4. Typ připojení k distribuční síti

Hybridní způsob zapojení FVE s akumulací a prodejem přebytků do sítě má dle ERÚ a českých zákonů pouze jednu možnost připojení k distribuční síti. A to tu standardní. Připojení jakožto mikrozdroje se jej netýká, z důvodu dodávání přebytků do sítě. Ostrovní způsob zapojení systému není podporován dotačně a už ze svého principu prodej přebytků neumožňuje. Jak standardní, tak připojení mikrozdroje je popsáno v odstavci 3.2.1.1 a 4.2.6. [20]

#### **4.2.5. Výběr dodavatele projektové dokumentace**

Posledním krokem předinvestiční fáze je výběr dodavatele projektové dokumentace. Ta je potřeba pro další kroky, kterými jsou žádost o územní souhlas, žádost o dotaci a je vhodná i pro žádost o uzavření smlouvy o připojení k distribuční síti s jejím provozovatelem. Kvalitně zpracovaná dokumentace může ušetřit spoustu času. Pokud jakýkoliv subjekt shledá dokumentaci jako nedostatečnou, lhůty ve kterých se oprava těchto nedostatků napravuje jsou měsíční. Proto nemusí nejnižší cenová nabídka vždy znamenat nejlepší způsob postupu. O nabídku zpracování projektové dokumentace je opět vhodné zpracovat poptávkový e-mail. Rozeslat jej přímo projektovým kancelářím, ale i jiným subjektům zabývajících se výstavbou FVE. V tomto okamžiku je možné zažádat i o nabídku kompletní dodávky jak projektové dokumentace, tak následně i celého systému. Investor si bude moci porovnat nabídky a rozmyslet lépe další postup. Zpracování dokumentace by mělo probíhat na základě smlouvy o dílo, aby byla jistota jejího vzniku v určitém čase a kvalitě za sjednaný honorář. Případně se pak její nevyhotovení, reklamace a úpravy vyjednávali na základě smlouvy a ne ústní dohody. [22, 50]

Seznam firem, zabývajících se projektováním a instalací střešních fotovoltaických systémů:

ACSOLAR, s.r.o.; EKOTECHNIK Czech, s.r.o.; Envi Energy Czech, s.r.o.; GBC Montáže, s.r.o.; Solar Global Roofs, a. s.; ISOFEN ENERGY, s.r.o.; J&V EcoConsult, s.r.o.; JOYCE ČR, s.r.o.; LUKY systém, spol. s.r.o.; Nelumbo Energy, a. s.; NOBILITY, s.r.o.; PREměření, a. s.; Prosolar, s.r.o.; PV POWER, s.r.o.; Revamont, s.r.o.; S.W.H. GROUP SE; Silektro, s.r.o.; Solar Solution, Ing. Zdeněk Rittich; SolarCo, s.r.o.; SolarPartner, s.r.o.; Solartec, s.r.o.; Solek Group, s.r.o.; Solidsun, s.r.o.; SOLVIS, s.r.o.; Sonea, s.r.o.; Sun Pi, s.r.o.; SUNLUX, s.r.o.; SUNNY POWER, s.r.o.; TERMS, a. s.; Tridas Technology, s.r.o.; V.S.B.O., s.r.o.; Voltgroup, s.r.o.

Přehled instalačních firem byl převzat z internetového portálu [www.solarninovinky.cz](http://www.solarninovinky.cz)

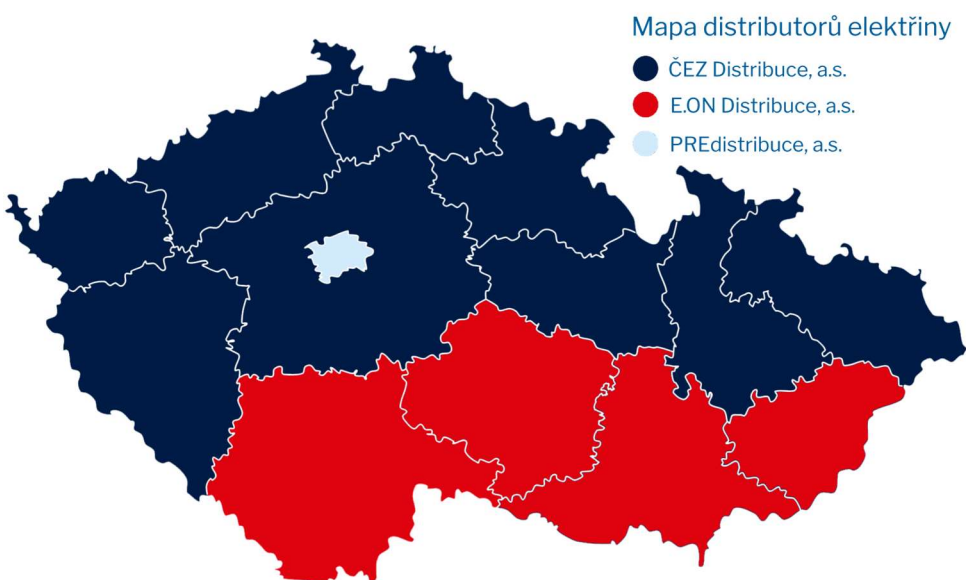
Dle závazných podmínek dotačního programu jsou na zpracování projektové dokumentace kladeny dva požadavky. Oba jsou zpracovány v odstavci 4.3.2.4. [50]

Pro stavební úřad je potřeba zpracovat dle § 96 odst. 3 písm. e) bod 9 zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), jednoduchý technický popis záměru s příslušnými výkresy. [22]

K žádosti o uzavření smlouvy s provozovatelem distribuční soustavy je zapotřebí především přehledné schéma zapojení a informace o jednotlivých komponentech. Přesné požadavky na dokumenty si určuje každý provozovatel sám.

#### **4.2.6. Žádost o uzavření smlouvy o připojení s provozovatelem distribuční soustavy**

Pro připojení systému do distribuční sítě je zapotřebí souhlas příslušného provozovatele distribuční sítě. V Čechách jsou tři a rozdělení je podle krajů viz. obr. 41.



obr. 41 – Rozdělení krajů ČR mezi provozovatele distribučních sítí [<https://www.energie-cs.cz/>]

Celý proces připojení se řídí vyhláškou č. 16/2016 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě. Asi nejdůležitějším faktorem je to, zda žadatel uvažuje o připojení mikrozdroje, či standardním připojení. Technické rozdíly mezi těmito dvěma druhy připojení byly popsány v odstavci 3.2.1.1. Pro žádost o samotné připojení je toto rozdělení ovšem neméně důležité. [20]

Pro připojení mikrozdroje je nutná smlouva o připojení mezi žadatelem a provozovatelem přenosové soustavy nebo provozovatelem distribuční soustavy v případě, že nedochází ke změně technických podmínek připojení. Smlouvu je provozovatel distribuční soustavy povinen s žadatelem uzavřít. Při úplné a správně vyplněné žádosti musí žadatel odeslat návrh smlouvy do 20 dnů od obdržení úplné žádosti o uzavření smlouvy o připojení. Náležitosti žádosti o připojení určuje příloha č. 10 k vyhlášce č. 16/2016 Sb. Zároveň je možné žádost podat kdykoliv, na rozdíl od standardního postupu, kdy se musí žádost podat před započítáním stavby. Zároveň u připojení mikrozdroje nevzniká povinnost žadatele úhrady podílu na oprávněných nákladech připojení, jelikož se smlouva uzavírá na nulový rezervovaný výkon. [20]

Při standardním připojení je podmínkou taktéž uzavření smlouvy na základě vyplněné žádosti, ovšem to není jediná podmínka. Dále může být vyžadována studie připojitelnosti a úhrada podílu na oprávněných nákladech připojení. Výpočet těchto nákladů je řízen vyhláškou č. 16/2016 Sb. Žádost je nutné podat před započítáním stavebních prací. Studii proveditelnosti může ze zákona vyžadovat provozovatel distribuční soustavy je-li s přihlédnutím ke všem okolnostem zřejmé, že zařízení o jehož připojení žadatel žádá, bude mít vliv na provoz přenosové soustavy nebo distribuční soustavy, nebo žádá-li se o připojení zařízení k napěťové hladině vysokého napětí a vyšších. Výhodou standardního připojení je však možnost zpeněžení přetoků do sítě, naopak u mikrozdroje je přetokům nutné zabránit technickým řešením systému. [20]

Samotnou možnost zpeněžení přetoků je však nutné dohodnout a zasmluvnit s obchodníkem s elektrickou energií. Jedná se o 30%, které nemusí být využity přímo v místě výroby stanovené NZÚ. Výkupní ceny elektřiny se řídí tržní cenou a pohybují se okolo 0,20 – 0,40 Kč za 1 kWh, naopak nákup elektřiny se pohybuje v rozmezí 2,50 – 4,50 Kč za 1 kWh, prodávat elektřinu do sítě tedy nedává na první pohled žádný smysl. Jde však o možnost zpeněžení té vyrobené elektřiny, kterou nejsme schopni spotřebovat a nestačí nám na ni ani kapacita akumulátorů. Při dobrém propočtu a vyladění podmínek lze tímto způsobem urychlit návratnost investice. U většiny distributorů lze vyjednat odečtení přetoků od skutečné spotřeby v ročním vyúčtování. Nejvýhodnějším systémem „virtuálních baterií“ nabízí Bohemia Energy s produktem Bonus S-POWER. Toto řešení

dokáže ušetřit velké finanční prostředky. Tyto výhody však bývají podmínkou instalace systému, právě od obchodníka který výhody nabízí. [56]

Odkazy na stránky, kde se dají dohledat formuláře žádostí, či přímo odkazy na jednotlivé formuláře:

#### **E.ON, a. s.**

Připojení mikrozdroje: [https://www.eon-distribuce.cz/sites/default/files/2018-09/1100122000\\_0518\\_045\\_9.pdf](https://www.eon-distribuce.cz/sites/default/files/2018-09/1100122000_0518_045_9.pdf)

Standardní připojení: [https://www.eon-distribuce.cz/sites/default/files/2018-09/D22-Zadost\\_o\\_pripojen%C3%AD\\_zarizen%C3%AD\\_k\\_DS\\_NN.pdf](https://www.eon-distribuce.cz/sites/default/files/2018-09/D22-Zadost_o_pripojen%C3%AD_zarizen%C3%AD_k_DS_NN.pdf)

#### **Pražská energetika, a. s.**

<https://www.predistribuce.cz/Files/vyrobci/zadost-o-pripojeni-vyrobny/>

#### **ČEZ, a. s.**

<https://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-zakazniky/potrebuji-vyresit/mikrozdroj.html>

Žádost o připojení funguje jako potvrzení o možnosti vybudování záměru a jistotě budoucího připojení. Provozovatel žadateli na základě žádosti zpravidla do 20 dnů od podání žádosti zašle návrh na smlouvu o připojení k distribuční soustavě, jejíž součástí je i soupis dalších nutných dokumentů, dalšího postupu a způsob přípravy zařízení před připojením k síti. Celý postup připojení elektrárny po dokončení instalace je sepsán v odstavci 4.3.4. [20]

### **4.3. Investiční fáze projektu**

Po dokončení projektové dokumentace, se může začít hned s několika procesy najednou. Jedná se především o povolovací proces na stavebním úřadě. Dále zaslání žádosti na smlouvu o připojení k distribuční síti jejímu provozovateli a možnost podání žádosti o dotaci. U té je ale potřeba dát pozor na 12 měsíční lhůtu pro dokončení realizace. Při instalaci elektrárny spolu s novostavbou nemovitosti by mohla být tato lhůta nedostatečná. Pro žádost o smlouvu o připojení není projektová dokumentace přímo vyžadována, ale pro správné a úplné vyplnění je žádoucí.

### 4.3.1. Povolovací proces záměru

Druhým krokem předinvestiční fáze je konzultace na stavebním úřadě. Tam by v návaznosti na dotaz ohledně územního plánu měli být schopni uvést, zda u záměru bude stačit územní souhlas, či bude potřeba územní rozhodnutí nebo dokonce stavební povolení. V drtivé většině případů bude na stavbu malého fotovoltaického systému stačit územní souhlas. A to na základě § 103 odst. 1 písm. e) bod 9. zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), který říká že stavby a zařízení pro výrobu energie s celkovým instalovaným výkonem do 20 kW s výjimkou stavby vodního díla, nevyžadují stavební povolení ani ohlášení stavebnímu úřadu. Tento paragraf stavebního zákona říká, že záměr nemusíme povolovat, ale stačí jej umístit na základě územního rozhodnutí, které je vydáváno na základě územního řízení. Ovšem následně § 96 odst. 1 zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), říká, že stavební úřad vydá místo územního rozhodnutí územní souhlas, pokud je záměr v zastavěném území nebo v zastavitelné ploše, poměry v území se podstatně nemění a záměr nevyžaduje nové nároky na veřejnou dopravní a technickou infrastrukturu. Územní souhlas nelze vydat v případech záměrů, pro které je vyžadováno závazné stanovisko k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí podle zákona podle zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí.[22, 23]

Z § 96 odst. 1 zákona č. 183/2006 Sb., který nám umožňuje využít jen územní souhlas vyplývá několik následujících podmínek, které musí záměr splňovat:

- záměr je v zastavěném území nebo v zastavitelné ploše

Zastavěné území a zastavitelné plochy určuje územní plán obce. Vzhledem k faktu, že fotovoltaický systém musí být umístěn na nemovitosti zapsané v katastru nemovitostí, neměl by být s touto podmínkou problém. [22]

- poměry v území se podstatně nemění

Tato podmínka je na vyhodnocení stavebního úřadu. Ovšem dá se zde vycházet například z rozsudku krajského soudu 52A 1/2014-291, který definuje realizace u kterých stačí územní souhlas, jako realizace u nichž se nepředpokládá ani střet s veřejnými zájmy, ani zásah do práv vlastníků a okolních

nemovitostí. Pokud se tedy u realizace nedá nic z toho předpokládat, opět by se splněním podmínky neměl být problém. [<https://www.judikaty.info/>]

- záměr nevyžaduje nové nároky na veřejnou dopravní a technickou infrastrukturu

Tyto informace je nutné obstarat. Obec, ve které je záměr plánován by měla mít zveřejněný seznam dotčených orgánů a vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury. Následně je nutné získat od těchto subjektů technické a dopravní infrastruktury závazná stanoviska, která stanoví že se záměrem souhlasí. Zde by neměly nastat problémy, jelikož se jedná o realizaci na zastavěném území a na pozemku s minimálně jednou nemovitostí uvedenou v katastru nemovitostí. Proto by u tohoto záměru neměly vznikat nové nároky na veřejnou dopravní a technickou infrastrukturu. [22]

- územní souhlas nelze vydat v případech záměrů, pro které je vyžadováno závazné stanovisko k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí podle zákona podle zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí (proces EIA)

V tomto případě je nutné, aby stavební úřad nezařadil předkládaný záměr mezi ty, pro které je vyžadováno závazné stanovisko k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí. Jedná se především o záměry z kategorie II přílohy č. 1 zákona č. 100/2001 Sb., u kterých musí být provedeno alespoň zjišťovací řízení. Tam ovšem malý fotovoltaický systém nespadá. Tato podmínka by tedy také problémem být neměla. [23]

Pokud záměr nesplňuje podmínky pro vydání územního souhlasu, stavební úřad rozhodne usnesením, že záměr bude projednán v územním řízení. Následně se tedy postupuje dle díl 5: Územní řízení zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). [22]

#### **4.3.1.1. Oznámení záměru stavebnímu úřadu**

Žádost o územní souhlas je od počátku roku 2018 nahrazena formulářem „oznámení záměru“, který se dá stáhnout ve formátu PDF na internetových stránkách Ministerstva pro místní rozvoj a na jehož základě se vydává územní souhlas. V jeho úvodu je nutné vyplnit adresu příslušného úřadu, na který ji budete podávat. Následně je rozdělena na dvě části:

A) V části A se vyplňují následující informace:

- Identifikační údaje záměru
- Pozemky, na kterých se záměr umísťuje
- Identifikační údaje oznamovatele
- Zda oznamovatel jedná sám, ve větším počtu či v zastoupení
- Popis záměru
- Dobu trvání u dočasného záměru
- Posouzení vlivu záměru na životní prostředí podle zvláštního právního předpisu

V této části je se zaškrtně první pole, které říká že na záměr se nevztahuje zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, ani § 45h a 45i zákona č. 114/1992 Sb., České národní rady o ochraně přírody a krajiny. Zákon č. 100/2001 Sb., se na záměr nevztahuje z důvodů uvedených v předchozím odstavci a zákon č. 114/1992 Sb., se na záměr nevztahuje z důvodů uvedených v odstavci následujícím. [22]

B) V části B jsou nutné přílohy k oznámení:

Zde jsou vypsány jen vybrané přílohy, u kterých by mohla vzniknout problémová situace a o kterých je dopředu dobré vědět:

- Souhlasy osob, které mají vlastnická nebo jiná věcná práva k pozemkům nebo stavbám na nich a tyto pozemky mají společnou hranici s pozemkem, na kterém má být záměr uskutečněn; souhlas s navrhovaným záměrem musí být vyznačen na situačním výkresu [22]

Zde je nutné zajistit souhlasy od majitelů pozemků, které mají s tím na kterém bude prováděn záměr společnou hranici. Jinak řečeno je třeba zajistit souhlas sousedů. [22]

- Jde-li o záměr, který nevyžaduje posouzení jejích vlivů na životní prostředí na základě správního aktu příslušného orgánu, [22]

Na základě správního aktu orgánu je potřeba určit posouzení vlivu na životní prostředí podle § 45i odst. 1 zákona č. 114/1992 Sb., pouze v případě,



pokud se záměr nachází na území evropsky významné lokality nebo ptačí oblasti, též souhrnně nazývané Natura 2000. Seznam evropsky významných lokalit je stanoven nařízením vlády č. 318/2013 Sb., o stanovení národního seznamu evropsky významných lokalit. Ptačí oblasti jsou zřizovány nařízením vlády a jejich seznam je dohledatelný na internetových stránkách Ministerstva životního prostředí pod záložkami Natura 2000 – Ptačí oblasti. Pokud záměr v tomto území není, není jeho negativní vliv potřeba vylučovat. Pokud do území spadá, je potřeba zajistit závazná stanoviska příslušného úřadu o vyloučení vlivu záměru. [24]

- Závazná stanoviska dotčených orgánů, popřípadě jejich rozhodnutí opatřená doložkou právní moci, s uvedením příslušného orgánu, č.j. a data vydání, a to na úseku: ochrany přírody a krajiny, [22]

Jaká závazná stanoviska je potřeba získat by měl již dopředu vědět projektant projektové dokumentace a záměr s orgány případně konzultovat, aby se předešlo negativním zjištěním při podávání oznámení. Případně je opět sdělí stavební úřad. Většinou se však jedná o závazná stanoviska dotčených orgánů ochrany přírody a krajiny, památkové péče, energetiky, požární ochrany a bezpečnosti práce.

- Stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury k možnosti a způsobu napojení záměru nebo k podmínkám dotčených ochranných a bezpečnostních pásem, vyznačená na situačním výkresu, a to na úseku:. [22]

Zde platí zcela stejný postup jako u dotčených orgánů v předchozím odstavci. Zde se především jedná o stanoviska vlastníků technické infrastruktury na úsecích elektřiny, a elektronických komunikací.

Pokud záměr nespĺňuje zákonné podmínky pro vydání územního souhlasu, stavební úřad rozhodne usnesením o konání územního řízení. Následně se tedy postupuje dle dílu 5: Územní řízení, zákona č. 183/2006 Sb. Pokud oznámení splňuje podmínky pro vydání územního souhlasu, vydá příslušný stavební úřad územní souhlas do 30 dnů ode dne podání oznámení a doručí jej písemně žadateli. Doručením nabývá územní souhlas právní moci. Platnost souhlasu je 2 roky, bez možnosti prodloužení. [22]

### **4.3.2. Žádost o podporu z programu Nová zelená úsporám**

Možnost podat žádost musí určit výzva. O možnosti žádat o podporu v případě fotovoltaických systémů rozhoduje 3. výzva Ministerstva životního prostředí z 20. října 2015. Platná je do vypotřebování alokovaných prostředků, nebo do 31.12.2021. O podporu může žádat pouze vlastník nebo stavebník rodinného domu či bytové jednotky, ležící na území ČR, podléhající daňové povinnosti dle zákona č. 338/1992 Sb., o dani z nemovitých věcí a to pouze jednou za dobu trvání dotačního programu. [25, 50]

O dotaci je možné požádat před zahájením, v průběhu nebo po dokončení prací. Je ovšem důležité splnit dané časové lhůty. Vyplacení dotace probíhá vždy až po prokázání dokončení záměru a technického stavu odpovídajícímu projektové dokumentaci. [50]

V následující části práce jsou vybrány informace ze Závazných pokynů pro žadatele RD z 3. výzvy.[50] Tyto části jsou ty nejvíce důležité k záměru výstavby fotovoltaického systému na střeše rodinného domu. Je však doporučeno důkladně prostudovat celý materiál před požádáním o podporu na vlastní záměr.

#### **4.3.2.1. Podmínky pro získání dotace podoblastí podpory C.3.4, C.3.5, C.3.6, C.3.7**

Většina podmínek již byla zmíněna v předchozích částech práce. Zde jsou opět připomenuty spolu s odkazem na části práce, kde je možné dohledat další informace. [50]

Podpora se vztahuje pouze na nově připojené systémy, propojené s distribuční soustavou do maximálního instalovaného výkonu 10 kWp. Systém musí být umístěn na stavbě evidované v katastru nemovitostí, nebo na jiné stavbě umístěné na pozemku řešeného rodinného domu. V tomto případě může jít například o garáž. Systém není možné umístit na konstrukci umístěnou na zemi.

Další požadavky se věnují účinnosti panelů (viz. 3.2.2.1) a měničů (viz. 3.2.2.4). Výkon možných instalovaných akumulátorů a další požadavky na jejich vlastnosti jsou uvedeny v odstavci 3.2.2.3. V odstavci 3.2.2.5. je popsán systém, které je nutný instalovat z důvodu optimalizace spotřeby energie. [50]

Neméně důležitým požadavkem je pak míra využití vyrobené energie v místě výroby alespoň ze 70% z celkového teoretického zisku systému. [50]

Na obr. 42 jsou shrnuty nejdůležitější požadavky na řešené druhy systémů.

Sledovaný parametr	Označení [Jednotky]	C.3.4	C.3.5	C.3.6	C.3.7	C.3.8
Celkový využitelný zisk	$Q_{FVU}$ [kWh.rok <sup>-1</sup> ]	≥ 1 700	≥ 1 700	≥ 3 000	≥ 4 000	≥ 3 000 (1f) ≥ 4 000 (3f)
Minimální míra využití vyrobené elektřiny pro krytí spotřeby v místě výroby	[%]	70	70	70	70	70
Akumulace přebytků energie do teplé vody	-	Povinná	Možná	Možná	Možná	Povinná
Minimální měrný objem zásobníku teplé vody nebo akumulační nádrže	[l · kWp <sup>-1</sup> ]	80 <sup>1)</sup>	-	-	-	180 <sup>2)</sup>
Akumulace přebytků energie do elektrických akumulátorů	-	Možná	Povinná	Povinná	Povinná	Možná
Minimální měrná kapacita akumulátorů	[kWh · kWp <sup>-1</sup> ]	-	1,75/1,25	1,75/1,25	1,75/1,25	-

obr. 42 – Požadované parametry v podoblastech podpory C.3.4, C.3.5, C.3.6, C.3.7 a C.3.8 [50]

#### 4.3.2.2. Postup k získání podpory

Kroky směřující k získání podpory na zamýšlenou realizaci jsou sepsány v následující části práce. Pokud záměr splňuje veškeré požadavky dotačního programu, neměl by při žádosti o podporu vzniknout žádný problém. Naopak stát se snaží získání podpory co nejvíce usnadnit, aby ji tak využívalo co nejvíce investorů.

- **Podání žádosti o podporu**

Jak již bylo zmíněno výše, žádosti o podporu se mohou podávat pouze na základě výzvy. Ta je nyní v platnosti, nic tedy nebrání podání. Samotná žádost a elektronické přílohy se podávají prostřednictvím informačního systému na internetových stránkách [www.novazelenausporam.cz](http://www.novazelenausporam.cz). V případě nutnosti podání žádosti, nebo povinných příloh v papírové podobě jsou zřízena podací místa v krajských pracovištích Státního fondu životního prostředí ČR. Jejich seznam je opět vypsán na internetových stránkách dotačního programu. [50]

Postup při podávání žádosti je velmi jednoduchý. Jako první je nutná registrace do systému dotačního programu přes webové rozhraní, přímý odkaz je: <https://zadosti-nzu.sfzp.cz/registrace>, nebo je možný proklik přes políčko „podat žádost“ na první internetové stránce. Ten otevře registrační formulář, po jehož vyplnění přijde žadateli verifikační odkaz na zadanou e-mailovou adresu. Stačí

kliknout na poskytnutý odkaz v e-mailové schránce a je založený uživatelský účet. [50]

Po přihlášení do uživatelského účtu je možné vyplnit elektronický formulář žádosti (evidenci žádosti). Vyplnění je jednoduché a intuitivní. Po kliknutí na „odeslání žádosti“ dojde automaticky k evidenci žádosti a přidělení unikátního čísla. Systém sleduje množství vyčerpaných alokovaných prostředků a při jejich vyčerpání zařadí právě podanou žádost do pořadí dle přiděleného čísla. V případě zastavení jiného řízení a uvolnění podpory dojde k posunu v pořadí a případnému zařazení mezi aktivní žádosti. [50]

K žádosti samotné je nutné přiložit požadované dokumenty. Všechny jsou důkladně popsány v odstavci 4.3.2.3.

- **Posouzení žádosti**

Posouzení žádosti probíhá na krajském pracovišti Státního fondu životního prostředí ČR ve dvou krocích:

1. Formální kontrola – kontrola úplnosti a formální správnosti žádosti
2. Specifická kontrola – v případě úspěšné formální kontroly navazuje specifická, při které se ověřuje věcná správnost žádosti, povinných příloh a splnění podmínek. Především pak soulad odborného posudku s podmínkami podpory. [50]

Jak formální, tak specifická kontrola probíhají zpravidla 3 týdny. Při zjištění nedostatků v žádosti vyzve úřad žadatele o nápravu do 30 kalendářních dnů. Výzva k odstranění nedostatků je odeslána elektronicky na zadanou e-mailovou adresu. [50]

- **Akceptaci žádosti**

Je-li žádost v pořádku, dojde k její akceptaci. Žadatel je o tomto kroku informován elektronicky na svou e-mailovou adresu. Zpráva o akceptaci obsahuje podmínky pro poskytnutí podpory a stanoví termín, do jehož konce je třeba zrealizovat podporovaný záměr a doložit dokumenty nutné pro vydání registrace a rozhodnutí. O tomto rozhodnutí je žadatel informován do 6 týdnů od podání žádosti. Případně do 3 týdnů, jsou-li obě kontroly sloučeny. U žádostí podaných po dokončení realizace se neposílá akceptační dopis, ale rovnou se provede závěrečné

vyhodnocení. U žádostí podaných před dokončením realizace obsahuje akceptační zpráva údaje o lhůtách pro vydání registrace a rozhodnutí. Pro podoblast podpory C činí 12 měsíců ode dne akceptace. [50]

V případě neakceptace žádosti je řízení zastaveno a žadatel je informován usnesením, které je mu doručeno na adresu bydliště zadané při registraci. [50]

- **Doložení dokončení realizace a vyhodnocení žádosti**

Po úspěšném dokončení realizace v daném termínu je nutné předložit dokumenty pro vydání registrace a rozhodnutí, které prokazují dokončení realizace dle odborného posudku a podmínek programu. [50]

- Doložení dokončení realizace

Dokumenty se překládají v elektronické podobě přímo na stránkách programu, nebo v listinné podobě osobně, nebo doporučeně zásilkou na krajské pracoviště uvedené v žádosti. Přesný seznam a náležitosti dokumentů jsou uvedeny v odstavci 4.3.2.3. [50]

- Závěrečné vyhodnocení žádosti

Po odevzdání všech potřebných dokumentů proběhne jejich kontrola a soulad s akceptovanou žádostí a podmínkami programu. Tato kontrola trvá zpravidla 3 týdny. V případě zjištění nedostatků je žadatel vyzván k nápravě do 30 kalendářních dnů. [50]

- **Registrace a rozhodnutí**

Pokud Státní fond životního prostředí ČR potvrdí správnost předložené dokumentace, vyhoví správce fondu žádosti vydáním registrace a rozhodnutí. Žadateli je následně zaslán dokument „Registrace akce a rozhodnutí o poskytnutí dotace“, který obsahuje i informaci o výši podpory, a „Podmínky poskytnutí dotace“. Dále je zaslán formulář „Prohlášení o přijetí podmínek dotace“, ve kterém žadatel úředně ověřeným podpisem souhlasí s vydanou registrací a s podmínkami za jakých je podpora poskytována. Tento podepsaný dokument musí žadatel doručit na krajské pracoviště fondu. [50]

- **Čerpání podpory**

Vyplacení podpory probíhá na bankovní účet uvedený při registraci. Zpravidla dojde k převodu peněz do 3 týdnů od vydání registrace. U žádostí podaných po dokončení realizace je tato doba 9 týdnů. [50]

- **Závěrečné vyhodnocení akce**

„Závěrečné vyhodnocení akce“ je dokument vydávaný v souladu s § 6 vyhlášky č. 560/2006 Sb., po vydání registrace a po vyplacení podpory. Příjemcům podpory je automaticky zaslán elektronicky na e-mailovou adresu. [50]

- **Zastavení řízení (ukončení administrace žádosti)**

V případě zjištění nedostatků v žádosti, či porušení podmínek programu dojde k zastavení řízení. O tomto kroku je žadatel informován písemně doručením usnesení o zastavení řízení na adresu uvedenou při registraci. [50]

- **Prodlužování lhůt**

Žadatel o dotaci může požádat o prodloužení lhůt, které se týkají jeho záměru. Vždy musí o prodloužení požádat písemně a před uplynutím lhůty. Fond žádost posoudí a o výsledku žadatele informuje elektronicky na e-mailové adrese. [50]

#### **4.3.2.3. Požadované dokumenty**

Aby žádost dopadla úspěšně, musí žadatel vždy doručit veškeré požadované dokumenty včas a v určené minimální kvalitě. U žádostí podávaných po realizaci záměru se odevzdávají všechny požadované dokumenty najednou společně s žádostí. Veškeré písemnosti doručené fondu se nevrací. Fond si také vyhrazuje právo na další podklady, které budou nezbytné k vyhodnocení žádosti. [50]

- **Dokumenty požadované při podání žádosti**

Dokumenty, které žadatel přikládá přímo při podávání žádosti:

- Formulář žádosti o podporu
- Odborný posudek
- Krycí list technických parametrů vyhotovený a autorizovaný zpracovatelem energetického hodnocení budovy

[50]

- **Dokumenty požadované k vydání Registrace a rozhodnutí**

Níže uvedenými dokumenty žadatel prokazuje úspěšné dokončení realizace v souladu s podmínkami programu, které jsou nutné k vydání registrace a rozhodnutí. Všechny dokumenty musí být podány před uplynutím lhůty stanovené v akceptačním dopise. [50]

- Formulář „Dokumenty předkládané k vydání Registrace a rozhodnutí“, který se dokládá pouze při dodatečné realizaci na stojící nemovitosti. Pro každou oblast podpory je Formulář jiný a je nutné jej dohledat na internetových stránkách. Je nutné jej předložit v originále, nebo úředně ověřené kopii. [50]
- Doklady jednoznačně prokazující dokončení realizace podporovaných opatření v rozsahu a parametrech dle schválené žádost – tyto doklady doloží úplné dokončení opatření a jeho soulad s projektovou dokumentací a žádostí o podporu. Každá podoblast podpory vyžaduje jiné dokumenty. Seznam dokumentů dle místních podmínek je uveden na internetových stránkách. [50]
- Faktury za realizaci podporovaných opatření, kterými jsou doloženy způsobilé výdaje. Na základě těchto dokumentů se určuje výše vyplacené podpory. Faktury musí být na jméno žadatele a musí obsahovat jednoznačnou identifikaci realizace dle žádosti o podporu. [50]
- Potvrzení o úhradě – při platbě bezhotovostními transakcemi se dokládá výpis z účtu. Při platbách v hotovosti se dokládá příjmový pokladní doklad. [50]
- Dokument prokazující vlastnictví bankovního účtu žadatele – dokument, který prokáže vlastnictví žadatele bankovního účtu uvedeného v žádosti o podporu. [50]

Dále jsou v pokynech uvedeny dokumenty které předkládají jen ti žadatelé, kteří naplní daná kritéria. Jejich využití je opravdu velmi specifické a všechny jsou uvedeny v podkapitolách kapitoly „Požadované dokumenty“ Závazných pokynů pro žadatele RD 3. výzvy. [50]

#### **4.3.2.4. Odborný posudek**

K žádosti o poskytnutí podpory se přikládá odborný posudek. Ten se skládá z projektové dokumentace a energetického hodnocení budovy. Slouží k potvrzení

souladu zamýšleného řešení s podmínkami podpory, ke stanovení způsobu provedení opatření a k určení výše podpory. [50]

Posudku se týká podoblast C.5, která podporuje zpracování odborného posudku a zajištění odborného dozoru ve výši 5.000 Kč. O tuto podoblast jde žádat pouze současně s jednou z podoblastí podpory C.1, C.2, C.3, C.4 nebo C.7. [50]

- **Oprávnění zpracovatelé**

Oprávněným zpracovatelem projektové dokumentace je osoba autorizovaná podle zákona č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. Pro fotovoltaické systémy je možné potvrzení dokumentace držitelem platného oprávnění dle § 10 vyhlášky Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu č. 50/1978 Sb., o odborné způsobilosti v elektrotechnice, ve znění pozdějších předpisů. [50]

Oprávněným zpracovatelem energetického hodnocení budovy je energetický specialista, který je držitelem oprávnění podle § 10 odst. 1 zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů, ke zpracování energetického auditu a energetického posudku, průkazu energetické náročnosti. U podoblasti podpory C.3 může energetické hodnocení provést i osoba stejně kvalifikovaná jako pro vypracování projektové dokumentace. [50]

#### **4.3.2.5. Minimální rozsah projektové dokumentace pro podoblast podpory C.3**

Součástí projektové dokumentace musí být technická zpráva, která shrne stávající stav a navrhovaná opatření záměru. U fotovoltaického systému musí obsahovat popis zajištění splnění požadavků na požární bezpečnost v souladu s vyhláškou č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb. Dále musí obsahovat výkresovou část s půdorysem konstrukce na které bude systém umístěn a znázorněním rozmístění fotovoltaických panelů s jejich sklonem a orientací vůči světovým stranám. Dále musí půdorys obsahovat stínící překážky, schématické znázornění rozvodů, kótování a popisovou legendu. U fotovoltaických systémů je nutné doplnit zjednodušené schéma základních komponent, jejich



vzájemné propojení s hlavními rozvaděči, ochrannými a regulačními prvky a napojení na distribuční síť. [50]

#### **4.3.2.6. Minimální rozsah energetické hodnocení budovy**

Energetické hodnocení pro fotovoltaické systémy propojené s distribuční soustavou musí minimálně obsahovat výpočet využitelného zisku ze solárního systému a míry využití vyrobené elektřiny pro krytí spotřeby v místě výroby. Výpočet ročního předpokládaného provozu systému musí být proveden s výpočtním krokem v délce maximálně 1 hodina. A musí být provedeno oprávněným zpracovatelem, který zaručí vypracování hodnocení v souladu s vyhláškou č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov a s podmínkami dotačního programu. Součástí energetického hodnocení by mělo být i zpracování krycího listu technických parametrů systému. [50]

#### **4.3.2.7. Způsobilé výdaje**

V podoblasti podpory C jsou způsobilé všechny výdaje přímo související s dodávkou a instalací podporovaného opatření do budovy. Zároveň podmínky programu říkají, že bude uhrazeno maximálně 50 % řádně doložených způsobilých výdajů, pokud není u podoblasti specificky uvedena jiná výše podpory. Pro žadatele to znamená nutnost schraňování veškerých dokumentů, prokazujících způsobilé výdaje. Pokud žadatel nebude schopen doložit celkové skutečné náklady, podpora bude vyplacena pouze vy výši 50% doložených způsobilých výdajů. [50]

#### **4.3.3. Výstavba projektu**

V momentě doručení územního souhlasu oznamovateli, může být zahájena instalace systému. Je ovšem velmi vhodné mít potvrzenou akceptaci žádosti o podporu a rezervovaný výkon u provozovatele distribuční sítě. Při výběru instalační firmy bývá vhodné využít stejný subjekt, který vytvářel projektovou dokumentaci. Zná již totiž celý záměr a navržené součásti FVE by pro něj neměly být problém obstarat v krátkém časovém období. Pokud bude instalační subjekt odlišný, je možné opět využít seznam firem z odstavce 4.2.5. Instalační firmu lze poptávat už na základě projektové dokumentace a technických specifikací záměru, čili v předstihu před doručením územního souhlasu. Urychlí se tím celý proces.

Po uzavření smlouvy o dílo s instalační firmou probíhá realizace systému velmi rychle. Pokud má firma všechny komponenty připravené, stavba trvá v rozmezí 1-3 dní dle velikosti a složitosti instalace. [57]

Samotná instalace pak po příjezdu instalační firmy probíhá rámcově obdobně. V první řadě by mělo dojít k dohodě s majitelem, kde budou umístěny všechny komponenty jako měnič a akumulátory a následně kudy se povede kabeláž systému. Od panelů vede kabeláž většinou pod hranou střechy a na co nejvhodnějším místě je vedena prostupem do interiéru budovy. Technická zařízení je dobré instalovat do technické místnosti objektu, nebo například do garáže. Měnič dokáže být při přeměně elektřiny poměrně hlučným zařízením. [57]

Po dohodě s majitelem objektu dojde k přípravě střechy na instalaci konstrukčního systému a vysekání drážek pro instalaci kabelů. Při vysekávání drážek je vhodné využití vysavače, z důvodu co nejmenšího znečištění vnitřních prostor nemovitosti prachem. Kabely jdou ovšem vést i v kabelových lištách, které nevyžadují vysekávání drážek. Záleží na požadavcích majitele. [57]

Na připravenou střechu jsou instalovány nosníky a příčníky konstrukčního systému a současně jsou nainstalovány všechny ostatní komponenty systému v interiéru. Při práci na střeše je nutné dbát zvýšené opatrnosti a striktně dodržovat pravidla bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Instalace na střeše je zastavena při dešti, z důvodu zvýšeného rizika uklouznutí, ale i z důvodu práce s elektronickým zařízením ve vlhkých podmínkách. Měnič se ve většině případů umísťuje na zeď a akumulátory se kvůli své hmotnosti umísťují na zem. Po instalaci všech komponent v interiéru je protažena veškerá kabeláž. [57]

Nyní je možné instalovat fotovoltaické panely. Je nutné být velmi opatrný, jelikož panely vyrábějí elektrickou energii kdykoliv na ně svítí slunce. Jedná se tedy o zařízení pod proudem. Po instalaci všech panelů dojde k propojení kabeláže celého systému a jeho kompletní kontrola. Následně dojde k zaslepení prostupů a zasádování drážek s kabely. Jako poslední by mělo proběhnout zaškolení majitele k ovládání systému. [57]

#### **4.3.4. Připojení elektrárny k síti a její zprovoznění**

Po dokončené instalaci je nutné přizvat revizního technika a dále se řídit postupy danými provozovateli distribučních soustav. Ty jsou povinni se řídit pravidly pro

provozování distribuční soustavy. Ty má každý provozovatel své, ovšem vždy schválené ERÚ. [20] Každý z provozovatelů má také lehce odlišný postup k uzavření smlouvy o připojení k distribuční síti:

### **PREdistribuce, a. s.**

PREdistribuce, a. s. zašle žadateli na základě podané žádosti o připojení výrobní k distribuční soustavě návrh smlouvy připojení a společně s i výzvu k předložení následujících dokumentů:

- Technická zpráva o připravenosti výrobní ke zprovoznění – tu by měla dodat instalační firma po dokončení instalace systému
- Podklad pro uzavření smlouvy na hladině NN, potvrzený revizním technikem  
Tento podklad vyplňuje žadatel, je ovšem nutné potvrzení revizním technikem, kterého si musí majitel sám přizvat k provedení revize systému.
- Jednopolové schéma zapojení výrobní – dodáno instalační firmou, případně revizním technikem
- Protokol nastavení parametrů ochrany - součástí projektové dokumentace, případně dodáno instalační firmou

[58]

Distributor po předání všech dokumentů a při jejich správnosti zpracuje protokol o splnění technických podmínek pro uvedení výrobní do provozu s distribuční soustavou provozovatele, na základě návštěvy technika na místě instalace. Pokud je systém v pořádku, na základě kladného protokolu bude instalováno měřící zařízení dodané energie do sítě a připojení systému k distribuční síti technikem distributora. [58]

### **ČEZ Distribuce, a. s.**

Na základě žádosti o připojení zašle distributor žadateli stanovisko k žádosti o připojení. Součástí stanoviska je návrh smlouvy o připojení k distribuční síti a seznam dokumentů, které musí žadatel doložit před uzavřením smlouvy:

- Provozovatelem odsouhlasená projektová dokumentace aktualizovaná podle skutečného stavu provedení výrobní - Je potřeba vyžádat si od projektanta aktualizaci projektové dokumentace dle skutečného provedení.

- jednopólové schéma zapojení zdroje, pokud již není součástí projektové dokumentace - dodáno instalační firmou, případně revizním technikem
- zpráva o výchozí revizi elektrického zařízení výroby elektřiny a případně dalšího elektrického zařízení nově uváděného do provozu, které souvisí s výrobnou a bez kterého nelze provést připojení výroby k síti provozovatele – dodá revizní technik
- protokol o nastavení ochran, pokud není součástí zprávy o výchozí revizi - součástí projektové dokumentace, případně dodáno instalační firmou
- protokol o provedení cejchu měřících transformátorů proudu (jen u převodového měření) – v případě potřeby dodá revizní technik
- protokol o kontrole bezpečnosti a provozuschopnosti el. zařízení připojovaného k distribuční síti – dodá technik ČEZ Distribuce, a. s.

[59]

Pro vyhovění žádosti a k uzavření smlouvy o připojení je nutné splnit nezbytnou podmínku, již je provedení kontroly výroby pověřenými pracovníky společnosti ČEZ Distribuce, a. s. [59]

Předmět a rozsah kontroly je uveden ve stanovisku k žádosti o připojení. Po celou dobu kontroly výroby je nezbytná přítomnost žadatele. Do 5 dnů ode dne provedení kontroly bude výrobcí doporučeně zaslán Protokol o splnění technických podmínek pro uvedení výroby do provozu s distribuční soustavou ČEZ Distribuce, a. s.. [59]

V případech, kdy kontrola a vyhodnocení jejích výsledků proběhne úspěšně, bude následně osazeno měření dodávky elektrické energie do sítě a podepsána smlouva o připojení. [59]

### **E.ON Distribuce, a. s.**

Na základě podané žádosti bude žadateli do 30 dnů zaslán návrh smlouvy o připojení k distribuční síti ve kterém budou uvedeny podmínky k přípravě odběrného místa. Následně je nutné zaslat do 30 dnů návrh smlouvy o připojení

zpět a připravit odběrné místo dle pokynů smlouvy. Distributor postup připojení více nespecifikuje, ale je více než pravděpodobná velká shoda s ostatními provozovateli. Je tedy možné vzít si příklad z postupů uvedených u ostatních distributorů. [60]

## **4.4. Provozní fáze projektu**

V této fázi je již většina investice utracena. Je tedy potřeba dokončit poslední kroky k získání podpory. Jedná se o finanční prostředky, které má investor alokované a nemůže je jinde využít. K tomu je potřeba podat příslušnému úřadu dokumenty, které prokazují úspěšné dokončení realizace v souladu s podmínkami programu. Kompletní postup k dokončení žádosti je sepsán v odstavci 4.3.2.2. [50]

Už při dokončování posledních kroků žádosti o podporu ovšem elektrárna může fungovat a vyrábět elektrickou energii. Tímto se tedy dostává do provozní fáze a je důležité, aby majitel měl správné informace o provozu a údržbě elektrárny.

### **4.4.1. Provoz fotovoltaické elektrárny**

Správný provoz FVE se váže k více úkonům. Prvním je zajištění správného ovládání systému. Druhým je zajištění správné údržby systému a potřebných revizí. A v neposlední řadě je důležité myslet na zákonné povinnosti vztahující se na provoz fotovoltaického systému.

O správném užívání systému by měla majitele vždy informovat instalační firma. Ta zároveň na instalovaný systém poskytuje minimální 2 letou záruku. Případné reklamace a technické problémy se vždy řeší právě s instalační firmou. Už při instalaci je dobré zajistit si kontakt na osobu, kterou lze s jakýmikoliv vzniklými problémy kontaktovat. Stejně tak by instalační firma měla poskytnout informace o dlouhodobější správné údržbě systému. Všechny elektronické komponenty je potřeba chránit před vlhkostí, špínou ale třeba i hlodavci, jejichž přítomnost v technických místnostech nemovitosti nemůže být vyloučena. Fotovoltaické panely je důležité udržovat čisté, aby nečistoty jako například sníh, listí nebo ptačí výkaly nesnižovali jejich účinnost. Dále je nutné informovat se o nutných revizích systému. Ty jsou často součástí produktů instalační firmy, která tyto revize velmi často provádí na svých instalacích za zvýhodněné cenu. Revize

se vztahují jak na samotný systém, tak i na připojení systému k distribuční síti. Revizní technik, který musí být přizván ke kontrole systému před spuštěním sdělí další nejpozdější datum nutné revize a kontroly připojení.

Z povinnosti platby daně z příjmu je výroba pod 10 kWp vyjmuta, pokud získané ostatní příjmy nepřesáhnou v celkovém ročním úhrnu částku 30.000 Kč. ERÚ taktéž osvobozuje malé systémy od nutnosti vlastnění licence. [26]

## **4.5. Likvidační fáze projektu**

Všechny vyrobené předměty na světě mají určitou omezenou životnost, které dosahují na konci svého životního cyklu. A není tomu jinak ani u všech komponent fotovoltaického systému. V určitém momentě tedy musí dojít k jejich likvidaci.

V ideálním případě z ekologického hlediska v podobě recyklace se 100% opětovným využitím. Vzhledem k faktu, že fotovoltaický systém má sloužit k výrobě čisté energie a je podporován z důvodu nahrazení fosilních zdrojů. Je důležité, aby při jeho výrobě nebyl opomenut jeho kompletní životní cyklus a vliv například výroby, či právě likvidace na životní prostředí. Pro všechna elektrozařízení platí v ČR zákon č. 185/2005 Sb., o odpadech, který popisuje způsob nakládání s nimi. Jak se ale likvidují a případně recyklují všechny komponenty fotovoltaického systému bude u každého prvku systému rozebráno zvlášť:

### **- Konstrukční systém**

Konstrukční systém FVE bývá ve většině případů vyroben z lehkého skeletu tvořeného hliníkovými profily. Samotný hliník je velmi dobře recyklovatelný a u stavebních konstrukcí se jeho recyklovatelnost pohybuje okolo hodnoty 85 – 99%. S konstrukčním systémem tedy z ekologického pohledu zásadní problém nevzniká. [61]

### **- Akumulátory**

U fotovoltaických systému se používají dva druhy akumulátorů. Olověné, nebo lithiové. Ovšem pouze olověné spadají do kategorie nebezpečných odpadů a zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, nařizuje jejich výrobcům informovat písemně konečného uživatele o místech zpětného odběru akumulátorů. Ta jsou

většinou zřízena v samotných prodejnách. V případě velkých akumulátorů je pak často možné nechat akumulátory odvézt výrobcem. [27]

Z pohledu samotné recyklovatelnosti jde o odlišné přístupy, proto budou rozděleny:

#### Olověné akumulátory

V dnešní době využívané způsoby recyklace olověných akumulátorů mají význam pouze při velkém množství vstupního materiálu. Proto se baterie sváží na určená místa. V ČR jsou největším zpracovatelem olověných baterií Kovohutě Příbram. V Evropě je málo přímých zdrojů olova, proto se v téměř 50 % využívá recyklovaný materiál. Celkově se recykluje 80% olověných akumulátorů uvedených na trh. Z ekologického se výroba a následná likvidace olověných akumulátorů dá označit jako dostačující. [62]

#### Lithium-iontové akumulátory

Recyklace samotných li-ion článků v dnešní době probíhá z velké míry procesem pyrometalurgické nebo hydrometalurgické recyklace. Ten zajišťuje recyklovatelnost v rozmezí 32 – 60% v závislosti na velikosti a přesném typu akumulátoru. Bohužel dnešní metody neumožňují znovuvyužití získaného materiálu při výrobě nových baterií a to z důvodu kvality získaného materiálu. Vzhledem k omezenému množství lithia na Zemi a jeho hojném využívání v elektromobilech, ale brzy dojde k zásadní proměně využívání použitých lithiových baterií a jejich zpětného využití. [63]

#### **- Fotovoltaické panely**

Recyklace fotovoltaických panelů se řídí zákonem 185/2001 Sb., o odpadech. V tomto zákoně jsou uváděny jako solární panely. Dle definice je solární panel elektrozařízením tvořené fotovoltaickými články. A na ty se vztahuje povinnost jejich výrobce zajistit zpětný odběr prostřednictvím míst zpětného odběru a odděleného sběru odpadu o dostatečné četnosti a dostupnosti. Další postup je pro výrobce řízen § 37o zákona č. 185/2001Sb., který se věnuje financování nakládání s elektroodpadem ze solárních panelů. To se dále řídí vyhláškou č. 352/2005 Sb., o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a o bližších podmínkách nakládání s nimi. Vyhláška určuje přílohou č. 10 výpočet recyklačního

poplatku na 1kg hmotnosti panelu výrobcům solárních panelů pro jejich následnou recyklaci. Zároveň ale určuje minimální výši poplatku na 8,50 Kč/kg. [27, 28]

Pro určení recyklovatelnosti je důležité vědět, kolik jakých materiálů se v samotném panelu nachází. V případě křemíkového panelu se jedná přibližně ze 70% o sklo a z 20% o hliník. Oba tyto materiály jsou v průměru recyklovatelné z více jak 90%. Dále jsou ve větší míře obsaženy plasty, ale ty vlivem času přijdou o jakékoliv možné další využití. Při recyklaci křemíkových panelů je využívána termická recyklace, při které se panely zahřívají na více než 500 stupňů celsia. Při tomto procesu se vypaří plastové součásti a zbytek panelu je rozebrán ručně. Pokud panel není poškozený, je možné získat zpět až 85% křemíkových článků pro opětovné použití. K recyklaci tenkovrstvých panelů se využívá mechanicko-chemická metoda, která je více automatizovaná ale na jejím výstupu jsou pouze drcené jednotlivé materiály. Celkově se dají panely vyhodnotit jako dobře recyklovatelný materiál. [64]

Součástí výpočtu recyklačního poplatku na 1kg panelu je zahrnuta i hmotnost dalších součástí elektrárny jako kabeláže, připojovacích modulů a měničů. [27, 28]

#### **- Fotovoltaický měnič**

Fotovoltaický měnič je složité a komplexní elektrozařízení, složené z mnoha součástí. Jeho likvidace by tedy měla proběhnout v místě, kde se věnují likvidaci elektrotechnického a elektronického odpadu. Měnič se skládá z krytu, většinou plastového a dále například z cívky, transformátoru, displeje, kabeláže, atd. Je to opravdu komplexní zařízení, které je třeba důkladně rozebrat a zjistit další využitelnost každého komponentu, případně každého materiálu zvlášť. Měniče jsou při své poruše opravovány. A jednotlivé jejich komponenty jsou při těchto opravách zaměnitelné. Měniče se tedy při větší poruše a nelikvidují, ale jsou rozebrány a funkční díly jsou dále využívány. [27]

#### **- Kabeláž fotovoltaického systému**

Kabeláž fotovoltaického systému je složena z vnější krycí plastové vrstvy a pocínovaného měděného kabelu. Při samotné recyklaci dojde rozsekáním k oddělení těchto složek. Samotný měděný drát je velmi dobře recyklovatelný a



výtěžnost mědi je vysoká. Plasty se buďto spálí, nebo se využijí k dalšímu zpracování dle jejich kvality.

Určité komponenty fotovoltaického systému, především akumulátory, musí projít určitým nutným procesem pro udržitelnost jejich nově vzniklého využívání v elektromobilech. Ten způsobí jejich lepší opětovné využívání a způsoby recyklace. Ovšem celkově jsou vlivy fotovoltaické elektrárny z ekologického pohledu udržitelné a s postupným vývojem technologií se tento fakt bude jen vylepšovat.

## **5. Případová studie provozu rodinného domu**

V této části je zpracována případová studie porovnání různých nabídek od firem stavějící fotovoltaické systémy na klíč s konkrétním vyúčtováním elektrické energie užívaného rodinného domu mezi lety 2005 až 2018.

Studie spočívá v porovnání celkové částky vyúčtování za elektrickou energii rodinného domu v Říčanech u Prahy a nynějšími nabídkami instalačních firem s využitím dotační podpory státu. Rodinný dům je dvoupodlažní s vytápěnou plochou 237 metrů čtverečních. Celková možná plocha na instalaci fotovoltaických panelů by byla dostačující. Využitelná plocha nad obytnou částí domu je přibližně 50 metrů čtverečních a nad technickou částí objektu téměř 100 metrů čtverečních.

Celková tabulka (viz. tab. 3) ročních spotřeb elektrické energie a celkového vyúčtování byla zpracována na základě faktur od dodavatelů elektrické energie. První dva roky připojení byl dům stále ve výstavbě, potažmo nebyl využíván celoročně. Tyto údaje z let 2005 a 2006 nebudou do celkového přehledu využity. Budou tedy vyhodnocovány údaje za 12 let provozu od počátku roku 2007 až po konec roku 2018. Meziroční rozdíly ve spotřebě byly způsobeny rozdílným počtem uživatelů nemovitosti. Především pak studiem dětí majitelů v odlišných částech republiky.

Z celkových zaplacených částek a spotřebovaného množství energie byly vypočteny celkové částky a celkové roční průměry. Průměrná roční spotřeba

energie rodinného domu byla 5140 kWh, průměrná cena 1 kWh byla 4,40 Kč a průměrná částka ročního vyúčtování byla 22.628 Kč včetně DPH. Celkově bylo za 12 let provozu spotřebováno 61 681 kWh elektrické energie v hodnotě 271.534 Kč včetně DPH.

tab. 3 – Roční vyúčtování elektrické energie rodinného domu v Říčanech u Prahy [vlastní tvorba]

Rok	Roční spotřeba energie [kWh]	Průměrná cena energie [kč/kWh]	Výše ročního vyúčtování [Kč]
2005	97	16,54 Kč	1 605 Kč
2006	2463	3,43 Kč	8 445 Kč
2007	5697	4,05 Kč	23 084 Kč
2008	4864	4,31 Kč	20 971 Kč
2009	5124	4,25 Kč	21 777 Kč
2010	5329	4,39 Kč	23 394 Kč
2011	4956	4,65 Kč	23 045 Kč
2012	5245	4,29 Kč	22 501 Kč
2013	5515	4,99 Kč	27 533 Kč
2014	5807	4,59 Kč	26 640 Kč
2015	5677	4,30 Kč	24 415 Kč
2016	4956	4,28 Kč	21 235 Kč
2017	4692	4,25 Kč	19 958 Kč
2018	3819	4,45 Kč	16 980 Kč
Průměr	5140	4,40 Kč	22 628 Kč
Celkem	61681		271 534 Kč

tab. 4 – Nabídky firem instalující hybridní fotovoltaické systémy na klíč, vlastní tvorba, zdroj dat:[<http://www.sunpi.cz/>; <http://solarni-panely.cz/>; <http://www.ekotechnik.cz/>; <http://www.sollaris.cz/>; <http://shop.solarpartner.cz/>; <https://www.solarinexpert.cz/>; <https://www.eon-solar.cz/>]

Nabídky firem instalujících hybridní fotovoltaické systémy na klíč											
Název firmy	Počet panelů	Plocha panelů [m <sup>2</sup> ]	Typ panelu	Konstrukční systém	Typ měniče	Typ akumulátoru	Výše podpory programu NZÚ	Instalovaný výkon [kWp]	Roční výroba elektřiny [kWh]	Cena systému [Kč]	Cena systému po odečtení dotace
Sun Pi, s.r.o.	17	110,5	Jinko 270Wp	Fischer	GW5048 s UPS	Lithiová PylonTech 7,2 kWh	154 299 Kč	4,59	4498	308 598 Kč	154 299 Kč
Sun Pi, s.r.o.	12	78	Jinko 275Wp	Fischer	GW3648 s UPS	Lithiová PylonTech 4,8 kWh	105 000 Kč	3,3	3234	245 727 Kč	140 727 Kč
Solární Panely CZ, s.r.o.	20	130	Trina Solar, 230 Wp		hybridní měnič 6000 W 48 V	12 ks gelových akumulátorů 100Ah	155 000 Kč	4,6	4508	544 117 Kč	389 117 Kč
Solární Panely CZ, s.r.o.	12	78	monokrystalický panel Qcells 300Wp		Studer Xtender XTM 2600-48	trakční kyselinná baterie 4 PzS 420 s celkovou kapacitou 20,16kWh	105 000 Kč	3,6	3528	344 572 Kč	233 072 Kč
EKOTECHNIK Czech, s.r.o.	18	117	SUNTECH 275 W		INFINI SOLAR 10 kW	PYLONTEC H 7,2 kWh	155 000 Kč	4,95	5 500	335 000 Kč	180 000 Kč
EKOTECHNIK Czech, s.r.o.	13	84,5	SUNTECH 275 W		INFINI SOLAR 4 kW	Lithiové Kapacita baterií 7,2 kWh	105 000 Kč	3,57	3 900	224 000 Kč	119 000 Kč
SOLLARIS, s.r.o.	16	104	fotovoltaických panelů 250 W		3-fázový systém	Kapacita baterií 7,2 kWh	105 000 Kč	4	4 000	363 793 Kč	258 793 Kč
SOLLARIS, s.r.o.	12	78	fotovoltaických panelů 260 W				105 000 Kč	3,12	3058	344 659 Kč	239 659 Kč
SolarPartner, s.r.o.	15	97,5	Heckert Solar 300Wp		3 fázový měnič Solax X3-6.0-G3 48 V / 3600 W	PylonTech US2000B (4 x 2,4Wh)	155 000 Kč	4,5	4410	361 390 Kč	206 390 Kč
Solární Experti, s.r.o.	13	84,5	Jinko Solar JKMI 275 Wp		GoodWe GW3648-EM 48 V / 3600 W	PYLONTEC H US2000B Plus, 2 moduly, kapacita 2 x 2,4 kWh	105 000 Kč	3,58	3 508	266 000 Kč	161 000 Kč
E.ON Solar, s.r.o.						4,80 kWh	105 000 Kč	3,58	3 750	299 900 Kč	194 900 Kč

Nabídky firem byly zpracovány z dostupných nabízených produktů, zahrnující kompletní instalaci všech komponent systému a jeho zapojení. Systémy byly vybírány dle svého instalovaného výkonu tak, aby svou celkovou roční udávanou výrobou produkovaly přibližně stejné množství jako bylo nemovitostí doposud spotřebovááno.

Celkem bylo k posouzení vybráno 11 systémů od 7 následujících firem: Sun Pi, s.r.o.; Solární Panely.CZ, s.r.o.; EKOTECHNIK Czech, s.r.o.; SOLLARIS, s.r.o.; SolarPartner, s.r.o.; Solární Experti, s.r.o.; E.ON Solar, s.r.o.

Nabídky firem se výrazně liší, při samotném výběru je tedy nutné vzít do úvahy co nejvíce možností a poptat co nejvíce možných subjektů s žádostí o nabídku. Budoucím investorům se doporučuje při výběru instalační firmy využít rozhodovací metody, například metodu SWOT nebo vícekriteriální hodnocení.

Vyhodnocení studie proběhlo z průměrné hodnoty spotřeby elektrické energie, tedy 5140 kWh ročně a celkové částky za energii zaplacenou, tedy 271.534 Kč. Průměrná roční spotřeba byla porovnána s roční produkcí elektrické energie fotovoltaického systému. Ta se rovná 98% instalovaného výkonu. Následně byla však ještě tato hodnota o 20% snížena, z důvodu nutnosti započítání snížení účinnosti fotovoltaických panelů a možných dalších vlivů na spotřebu v průběhu celých 12 let. Rozdíl byl vždy kladný, což znamená že by se u všech systémů musela v průměru energie vždy dokupovat ze sítě. Množství energie, které by se při využití jednotlivých systémů muselo dokoupit bylo následně vynásobeno průměrnou částkou za 1 kWh, tedy 4,40 Kč. Tato hodnota byla dále vynásobena dvanácti, reprezentující 12 let provozu. Jako celkové vyhodnocení je pak bráno odečtení celkové částky utracené ze energie od součtu ceny dotovaného fotovoltaického systému a částky za nutné dokoupené množství elektrické energie. Výsledkem je určení celkového pořadí jednotlivých nabídek, dle výše cenového rozdílu obou variant.

tab. 5 – Porovnání nabídek instalačních firem s náklady na elektrickou energii rodinného domu za 12 let provozu [vlastní tvorba]

Porovnání nabídek s provozními náklady nemovitosti									
Průměrná roční spotřeba elektrické energie [kWh]	Nutné množství dokoupené elektřiny [kWh]	Průměrná cena 1 kWh elektrické energie [Kč]	Cena dokoupené elektrické energie za rok [Kč]	Cena dokoupené elektrické energie za 12 let [Kč]	Součet ceny fotovoltaického systému a dokoupené elektřiny za 12 let provozu [Kč]	Cenový rozdíl po 12 letech provozu [Kč]	Název firmy	Celkové pořadí nabídek	
5140	1468	4,40 Kč	6 459 Kč	77 510 Kč	231 809 Kč	-39 724 Kč	Sun Pi, s.r.o.	3.	
5140	2500	4,40 Kč	11 000 Kč	132 000 Kč	272 727 Kč	1 193 Kč	Sun Pi, s.r.o.	4.	
5140	1460	4,40 Kč	6 424 Kč	77 088 Kč	466 205 Kč	194 671 Kč	Solární Panely.CZ, s.r.o.	11.	
5140	2260	4,40 Kč	9 944 Kč	119 328 Kč	352 400 Kč	80 866 Kč	Solární Panely.CZ, s.r.o.	8.	
5140	650	4,40 Kč	2 861 Kč	34 331 Kč	214 331 Kč	-57 203 Kč	EKOTECHNIK Czech, s.r.o.	1.	
5140	1956	4,40 Kč	8 608 Kč	103 294 Kč	222 294 Kč	-49 240 Kč	EKOTECHNIK Czech, s.r.o.	2.	
5140	1875	4,40 Kč	8 249 Kč	98 984 Kč	357 777 Kč	86 243 Kč	SOLLARIS, s.r.o.	9.	
5140	2644	4,40 Kč	11 634 Kč	139 603 Kč	379 262 Kč	107 728 Kč	SOLLARIS, s.r.o.	10.	
5140	1540	4,40 Kč	6 776 Kč	81 312 Kč	287 702 Kč	16 168 Kč	SolarPartner, s.r.o.	6.	
5140	2276	4,40 Kč	10 016 Kč	120 190 Kč	281 190 Kč	9 656 Kč	Solární Experti, s.r.o.	5.	
5140	2079	4,40 Kč	9 147 Kč	109 759 Kč	304 659 Kč	33 126 Kč	E.ON Solar, s.r.o.	7.	

Nejlépe byly vyhodnoceny oba systémy od společnosti EKOTECHNIK Czech, s.r.o., které by po 12 letech vyšly majitele systému o 57.203 Kč, respektive o 49.240 Kč výhodněji než způsob, jakým se rozhodl hradit elektřinu. Posledním systémem, kterým by už po 12 letech byl výhodnější volbou je od společnosti Sun Pi, s.r.o.. Ten by majiteli ušetřil 39.724 Kč. Druhý systém od stejné společnosti by byl výhodnější již v následujícím roce. Tyto dvě společnosti dopadly v této studii jednoznačně nejlépe.

Celkové výsledky jsou dané především celkovou cenou fotovoltaického systému. Výkon systému a množství energie, které bylo připočítáváno nehrálo takovou roli. Při výběru systému v současných podmínkách by bylo nezbytné dbát na všechny podané informace od instalačních společností a provést nutné porovnání kvality jednotlivých komponent a celkově nabízených služeb. Následně je doporučené zpracování studie s předpokládaným vývojem cen energie do dalších let. Dalším cenovým faktorem je fakt, že všechny porovnávané systémy byly nabízeny jako systémy zhotovené na klíč. Pokud se se investor rozhodl stavět svépomocí, určitě by ušetřil. Takovou nabídku nabízí například firma Česká solární s.r.o., kde uvádí cenu pouze za dodané komponenty v rozmezí 20.000 – 29.000 Kč za 1kWp instalovaného výkonu. Cena dvou nejvýhodnějších instalací v porovnání lehce přesáhla hranici 33.000 Kč. Celkové zapojení a zprovoznění systému je však vždy nutné nechat na certifikované osobě z důvodu splnění podmínek distribučních společností pro připojení systémů.

Celková tabulka se spojenými nabídkami a vyhodnocením je umístěna v příloze č. 1 této práce.

# Závěr

Práce se zabývá obnovitelnými zdroji energie a jejich využitím. Jejím hlavním cílem bylo vypracovat souhrnný návod pro investory, kteří se rozhodnou k realizaci malé fotovoltaické elektrárny podporované dotačním programem Nová zelená úsporám na své nemovitosti. Celkově byla práce rozdělena na 2 části.

Teoretická část byla sepsána z důvodu uvedení čtenáře do problematiky vývoje výroby a spotřeby energie ve světě a v České republice. Jsou popsány jednotlivé energetické zdroje, stejně jako jejich podíl na celkové dodávané světové energii v průběhu několika desetiletí. Z tohoto úhlu pohledu byl uveden i podíl na výrobě energie a způsob využívání energetických zdrojů jednotlivými státy. Dále je dopodrobna rozepsána výroba elektrické energie s určením hlavních energetických zdrojů. Detailně jsou rozebrány obnovitelné zdroje energie a jejich vliv na výrobu elektrické energie ve světě. Opět i s dlouhodobým pohledem na vývoj jejich využívání.

Po přehledu výroby energie je práce zaměřena na životní prostředí a vliv výroby energie na globální změnu klimatu. Je vypracován přehled hlavních světových producentů skleníkových plynů s důrazem na CO<sub>2</sub>. Dále je sepsán seznam dohod, úmluv a směrnic, která mají za cíl například ochranu životního prostředí, snižování množství CO<sub>2</sub> v atmosféře, či zvyšování podílu obnovitelných zdrojů energie na výrobě světové energie. Jedná se například o dohody světových velmocí, nebo o směrnice Evropské unie. Následně je sepsán krátký přehled českých zákonů, které reflektují směrnice Evropské unie stanovující podíl obnovitelných zdrojů energie na konečné spotřebě energie v ČR.

Následně je zpracován přehled vývoje výroby a spotřeby energie v ČR. Jsou uvedeny energetické zdroje, z kterých se v ČR energie vyrábí a zdroje z kterých je do ČR energie dodávána. Následně je stejně jako u světového přehledu zpracována výroba elektrické energie v ČR a podíl energetických zdrojů, se zaměřením na obnovitelné zdroje v čele s fotovoltaickými elektrárnami.

Vývoj výroby elektřiny pomocí fotovoltaických článků v ČR velmi dobře zachycuje tzv. solární boom. V této části práce jsou zpracovány hlavní důvody enormního nárůstu počtu postavených fotovoltaických elektráren na území ČR

v letech 2009 a 2010 a následný postupu vlády k zastavení tohoto jevu. Na tuto část navazuje popis a především rozdělení solárních systémů na termické a fotovoltaické.

Fotovoltaické systémy jsou opět rozebrány více dopodrobna od možností jejich spojení s distribuční sítí, přes jejich součásti až po jejich nejvhodnější umístění.

Následuje praktická část práce, jejímž cílem bylo zpracovat podrobný návod postupu pro zájemce o realizaci fotovoltaického systému na střeše své nemovitosti s využitím státní podpory z programu Nová zelená úsporám.

Praktická část je rozdělena na 5 částí. První je předinvestiční fáze realizace, ve které je sepsán doporučený postup ověření vhodnosti pozemku a nemovitosti pro fotovoltaický systém a jeho následný výběr vzhledem k druhům nabízených dotací a typu nemovitosti. Pro větší přehlednost práce, možné vysvětlení konkrétních kroků postupu a vzhledem k trendům ve výběru instalovaných typů systémů byl vybrán hybridní fotovoltaický systém s možností ukládání přebytků vyrobené energie do akumulátorů, nebo prodeje do sítě. Ze stejného důvodu byl zároveň zvolen postup dodatečné instalace systému na již stojící nemovitosti. Práce se věnuje celému postupu z více úhlů pohledu, ale některé konkrétní kroky jsou popisovány vzhledem k vybranému typu připojení a systému. Předinvestiční fáze je zakončena výběrem dodavatele projektové dokumentace a podáním žádosti o uzavření smlouvy s provozovatelem distribuční soustavy elektrické energie.

Investiční fáze realizace se skládá několika částí. Povolovacím procesem na stavebním úřadě, podáním a schválením žádosti o podporu z programu Nová zelená úsporám, výběrem dodavatele stavby, výstavbou a zprovozněním záměru. Je zakončena uzavřením smlouvy o připojení s provozovatelem distribuční soustavy a úspěšným připojením systému.

V provozní fázi je nutné dokončit žádost o podporu připsáním finanční částky na účet investora a zajištění správného provozu elektrárny. Je zpracován i pohled finanční správy na provoz hybridního fotovoltaického systému.



Poslední fází jakékoliv realizace je fáze likvidační. Ta je v práci zpracována především z pohledu recyklovatelnosti jednotlivých komponentů systému a vychází z celkového pohledu na životní cyklus.

Práce je zakončena případovou studií porovnání dvou způsobů financování spotřeby elektrické energie v rodinném domě. Porovnávány byly data spotřeby a nákladů na elektrickou energii rodinného domu v Říčanech u Prahy od roku 2007 do roku 2018 se současnými nabídkami firem instalující fotovoltaické systémy na klíč. Výsledkem porovnání je výběr nejlepších nabídek firem vzhledem k celkové výši možných ušetřených nákladů za 12 let simulovaného provozu fotovoltaického systému. Součástí vyhodnocení jsou i doporučující kroky při poptávání instalačních firem v současné situaci a při současných možnostech.

Hlavním cílem práce bylo objasnit a shrnout postup při realizaci vlastní malé fotovoltaické elektrárny. Tohoto cíle bylo dosaženo. Základ celého postupu je objasněn a podrobně popsán. Jsou využity přímé návody z vlastní zkušenosti autora i odkazy na zákony a dokumenty, které určité popsané kroky nařizují a vysvětlují. Práce lze využít ke komplexnímu porozumění problematice. Sám autor v průběhu vypracovávání ovšem došel k závěru, že možností využití dotačního programu i při uvažování pouze nad fotovoltaickými systémy je velké množství. Především při kombinaci povolovacího procesu na stavebním úřadě s různými možnostmi výstavby a připojení systému k distribuční síti. Variant, které budou různým investorům s různými požadavky vyhovovat a ze kterých je možno vybírat je velké množství. Autor se snažil pokrýt co nejširší škálu těchto variant, ovšem pro sjednocení a pochopitelnost celé práce vybral jeden, výše popsaný způsob zapojení a způsob výstavby. Důvody k tomuto kroku jsou v práci sepsány.

Možným pokračováním práce by bylo její rozšíření o další varianty připojení a druhy fotovoltaických systémů, či rozšíření o další podoblasti podpory dotačního programu Nová zelená úsporám.

Závěrem je nutné říci, že práce plní svůj účel a případným investorům před realizací dokáže ve velmi krátkém čase objasnit základní pilíře postupu při realizaci malého fotovoltaického systému. Pokud se investor rozhodne pro realizaci, je doporučeno důkladné prostudování všech odkazovaných dokumentů. Každá stavba je vždy specifická a proto je důležité znát problematiku opravdu

dopodrobna. Tím investor zcela předejde jakýmkoliv možným problémům při realizaci samotné.

Budoucí využití fotovoltaiky pro vlastníky rodinných domů a i další subjekty bude záležet na vývoji cen elektrické energie a legislativních krocích vlády České republiky.

## Seznam tabulek

tab. 1 – Seznam členských zemí OECD, vlastní tvorba, zdroj dat: [29].....	14
tab. 2 – Účinek zastínění monokrystalického fotovoltaického panelu dle celkové plochy zastínění jednoho článku [21] .....	50
tab. 3 – Roční vyúčtování elektrické energie rodinného domu v Říčanech u Prahy [vlastní tvorba] .....	90
tab. 4 – Nabídky firem instalující hybridní fotovoltaické systémy na klíč, vlastní tvorba, zdroj dat:[ <a href="http://www.sunpi.cz/">http://www.sunpi.cz/</a> ; <a href="http://solarni-panely.cz/">http://solarni-panely.cz/</a> ; <a href="http://www.ekotechnik.cz/">http://www.ekotechnik.cz/</a> ; <a href="http://www.sollaris.cz/">http://www.sollaris.cz/</a> ; <a href="https://shop.solarpartner.cz/">https://shop.solarpartner.cz/</a> ; <a href="https://www.solarniexpert.cz/">https://www.solarniexpert.cz/</a> ; <a href="https://www.eon-solar.cz/">https://www.eon-solar.cz/</a> ] .....	91
tab. 5 – Porovnání nabídek instalačních firem s náklady na elektrickou energii rodinného domu za 12 let provozu [vlastní tvorba] .....	93

## Seznam obrázků

obr. 1 – Světové TPES od roku 1971 do 2016 dle typu paliva [2] .....	16
obr. 2 - Světové TPES od roku 1990 do roku 2016 dle regionu [2] .....	17
obr. 3 - Světové TPES v roce 2016 dle typu zdroje, vlastní tvorba, zdroj dat: [2].	18
obr. 4 - Světové TPES v roce 2016 dle regionu, [vlastní tvorba, zdroj dat:[2] .....	19
obr. 5 - Světová produkce elektrické energie dle typu zdroje v roce 2016, vlastní tvorba, zdroj dat: [2].....	23
obr. 6 - Světová produkce elektrické energie od roku 1971 do roku 2016 dle typu zdroje [2].....	23
obr. 7 - Světová produkce elektrické energie z fotovoltaických elektráren od roku 2005 do roku 2016 dle regionu [2].....	24
obr. 8 – Průměrné měsíční koncentrace CO <sub>2</sub> – Keelinova křivka [7] .....	26
obr. 9 - Globální střední teplota [13].....	27
obr. 10 - Celková vyrobená energie v ČR v roce 2015 dle typu zdroje [vlastní tvorba, zdroj dat: [10]].....	31
obr. 11 - Celková dodaná energie do ČR v roce 2015 dle typu zdroje [vlastní tvorba, zdroj dat: [10]].....	32

obr. 12 - Podíl paliv a technologií na výrobě elektrické energie ČR brutto v roce 2016 [11]] .....	33
obr. 13 - Podíl jednotlivých sektorů národního hospodářství na celkové spotřebě elektřiny v ČR roce 2016 [11].....	34
obr. 14 – Vývoj výroby elektřiny brutto z OZE a její podíl na tuzemské brutto spotřebě(TWh) [11] .....	35
obr. 15 – Podíl OZE na výrobě elektřiny v ČR v roce 2016 [vlastní tvorba, zdroj dat:[11]] .....	36
obr. 16 - Výroba elektřiny fotovoltaickými články v ČR mezi lety 1990 - 2016 [https://www.iea.org/].....	36
obr. 17 - Výroba elektřiny z fotovoltaických článků dle velikosti elektrárny v ČR v roce 2016 [vlastní tvorba, zdroj dat: [11]] .....	37
obr. 18 - Solární elektrárna Pacov [http://www.3energy.cz/].....	38
obr. 19 - Průměrná cena nového fotovoltaického modulu v dolarech mezi roky 2001 – 2012 [www.renewableenergyworld.com].....	38
obr. 20 – Výkupní ceny a roční zelené bonusy na elektřinu pro výrobu elektřiny slunečním zářením platné v roce 2019 [17].....	40
obr. 21 - Zapojení FVE bez připojení k distribuční síti [46] .....	44
obr. 22 - Napojení FVE přímo na rozvodnou distribuční síť [46].....	44
obr. 23 - Hybridní zapojení FVE [46] .....	45
obr. 24 - Hybridní zapojení FVE s využitím akumulátorů [http://www.termsenergy.cz/] .....	46
obr. 25 - Druhy fotovoltaických článků [46].....	48
obr. 26 – Efekt odlišného zastínění na výkon panelu [21] .....	49
obr. 27 - Konstrukce FV panelu [46].....	49
obr. 28 - Regulátor napětí PWM [https://arduino-shop.cz].....	51
obr. 29 - Domácí baterie Sonnen ECO 7, 6 kWh [https://oze.tzb-info.cz].....	52
obr. 30 - Fotovoltaický měnič Fronius Symo 6.0-3-M [https://www.schrack.cz] ....	53
obr. 31 - Solar iBoost + [https://www.solar-eshop.cz/] .....	54
obr. 32 – Uchycení nosného rámu na laťování střechy [https://shop.iftech.cz].....	55
obr. 33 - Umístění panelů na sedlové střeše [54].....	55
obr. 34 - fotovoltaické panely na ploché střeše střechy [www.sunwave.cz] .....	56
obr. 35 – Solární panely na ploché střeše [54] .....	56
obr. 36 - Solární panely na pozemku [54].....	57

obr. 37 – Otočná nosná konstrukce [www.solarobchod.cz].....	57
obr. 38 - Výnos energie v závislosti na sklonu a orientaci FV panelu [55].....	58
obr. 39 - Dlouhodobé průměry ročních úhrnů doby trvání slunečního svitu (hod.) v referenčním a ve scénářových obdobích [http://portal.chmi.cz/].....	59
obr. 40 – výše podpory v podoblasti podpory C.3 [50] .....	65
obr. 41 – Rozdělení krajů ČR mezi provozovatele distribučních sítí [https://www.energie-cs.cz/].....	67
obr. 42 – Požadované parametry v podoblastech podpory C.3.4, C.3.5, C.3.6, C.3.7 a C.3.8 [50] .....	75

## Použitá literatura

- [1] OECD/IEA. *World energy balances: Overview 2018*. France: OECD/IEA, 2018.
- [2] OECD/IEA. *Key world energy statistics 2018*. France: OECD/IEA, 2018.
- [3] Zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů)
- [4] KAMEŠ, Josef. *Fosilní paliva*. Praha, 2012. ISBN 80-260-1291-7.
- [5] LIBRA, Martin.; POULEK, Václav. *Zdroje využití energie*. Praha: ČZU, 2007. ISBN 978-80-213-1647-8.
- [6] MURTINGER, Karel.; BERANOVSKÝ, Jiří. *Energie z biomasy*. 1. vydání. Praha: ©EkoWATT o. s.; Computer Press, a. s., 2011. ISBN 978-80-251-2916-6.
- [7] DOLEŽAL, Jaroslav.; ŠŤASTNÝ, Jiří.; ŠPETLÍK, Jan.; BOUČEK, Stanislav. *Jaderné a klasické elektrárny*. Praha: Zbyněk Brettschneider, 2011. ISBN 978-80-01-04936-5.
- [8] KADRNOŽKA, Jaroslav. *Energie a globální oteplování*. Brno: Vitium, 2006. ISBN 80-214-2919-4.
- [9] SURAJ, Mal.; SINGH, R.B.; HUGGEL, Christian. *Climate change, Extreme Events and Disaster Risk Reduction*. Cham: Springer International Publishing, 2018. ISBN 978-3-319-56469-2.

- [10] OECD/IEA. *Energy Policies of IEA Countries Czech Republic 2016 Review*. France: OECD/IEA, 2016.
- [11] Energetický regulační úřad. *Roční zpráva o provozu ES ČR 2016*. ERÚ, 2017.
- [12] Energetický regulační úřad. *Cenové rozhodnutí ERÚ č. 10/2005*. ERÚ, 2015.
- [13] Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích o změně některých zákonů (energetický zákon)
- [14] Zákon č. 330/2010 Sb., kterým se mění zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů)
- [15] Zákon č. 402/2010 Sb., kterým se mění zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů)
- [16] Energetický regulační úřad. *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 3/2018*. ERÚ, 2018.
- [17] Zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů
- [18] Zákon č. 310/2013 Sb., kterým se mění zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie
- [19] MURTINGER, Karel.; TRUXA, Jan. *Solární energie pro váš dům*. 1. vydání. Praha: ©EkoWATT o. s., Computer Press, a. s., 2010. ISBN 978-80-251-3241-8.
- [20] Vyhláška č. 16/2016 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě
- [21] FLETSCHER, Greg. *The Electrician's Guide to Photovoltaic System Installation*. Clifton Park: Delmar, Cengage Learning, 2014. ISBN: 978-1-11-63996-9.
- [22] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- [23] Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí
- [24] Zákon č. 114/1992 Sb., České národní rady o ochraně přírody a krajiny
- [25] Zákon č. 338/1992 Sb., České národní rady o dani z nemovitých věcí
- [26] Zákon č. 586/1992 Sb., České národní rady o daních z příjmů
- [27] Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech

- [28] Vyhláška č. 352/2005 Sb., o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a o bližších podmínkách financování nakládání s nimi (vyhláška o nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady)

## Internetové zdroje

- [29] The Organisation for Economic Co-operation and Development [online]. OECD, 2018. [cit. 10.9.2018]. Dostupné z: <http://www.oecd.org/>
- [30] International Energy Agency [online]. IEA, 2018. [cit. 10.9.2018]. Dostupné z: <https://www.iea.org/>
- [31] SOUKENÍK, Marek. *Přehled jednotek práce a energie* [online]. Marek Soukeník, 2000. [cit. 10.9.2018]. Dostupné z: <https://www.prevod.cz/>
- [32] Wikipedia. *Geotermální energie* [online]. Wikipedia, 2018. [cit. 26.9.2018]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Geoterm%C3%A1ln%C3%AD\\_energie](https://cs.wikipedia.org/wiki/Geoterm%C3%A1ln%C3%AD_energie)
- [33] Wikipedia. *Globální oteplování* [online]. Wikipedia, 2018. [cit. 26.9.2018]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1ln%C3%AD\\_oteplov%C3%A1n%C3%AD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1ln%C3%AD_oteplov%C3%A1n%C3%AD)
- [34] ICIMOD. *Hindu Kush Himalayan Region* [online]. ICIMOD, 2018. [cit. 26.9.2018]. Dostupné z: <http://www.icimod.org/?q=1137>
- [35] Ministerstvo životního prostředí. *Mitigace změny klimatu* [online]. MZČR: ©2008–2018. [cit. 18.10.2018]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/mitigace\\_zmeny\\_klimatu](https://www.mzp.cz/cz/mitigace_zmeny_klimatu)
- [36] Ministerstvo životního prostředí. *Rámcová úmluva OSN o změně klimatu* [online]. MZČR: ©2008–2018. [cit. 18.10.2018]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/ramcova\\_umluva\\_osn\\_zmena\\_klimatu](https://www.mzp.cz/cz/ramcova_umluva_osn_zmena_klimatu)
- [37] Ministerstvo životního prostředí. *Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu* [online]. MZČR: ©2008–2018. [cit. 18.10.2018]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/kjotsky\\_protokol](https://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol)
- [38] Ministerstvo životního prostředí. *Pařížská dohoda* [online]. MZČR: ©2008–2018. [cit. 18.10.2018]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/parizska\\_dohoda](https://www.mzp.cz/cz/parizska_dohoda)

- [39] EUROSTAT. *Statistiky obnovitelných zdrojů energie* [online]. 2018. ISSN 2443-8219. [cit. 29.9.2018]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable\\_energy\\_statistics/cs](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/cs)
- [40] Evropská Rada. *Obnovitelné zdroje energie* [online]. EU, 2018. [cit. 18.10.2018]. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/press/press-releases/2018/06/27/renewable-energy-council-confirms-deal-reached-with-the-european-parliament/>
- [41] Vláda České republiky. *Strategie Evropa 2020* [online]. Vláda ČR, ©2009-2019. [cit. 18.10.2018]. Dostupné z: <https://www.vlada.cz/cz/evropske-zalezitosti/evropske-politiky/strategie-evropa-2020/strategie-evropa-2020-78695>
- [42] Ministerstvo průmyslu a obchodu. *Národní akční plán pro obnovitelné zdroje* [online]. MPO, 2008–2018. [cit. 18.10.2018]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/elektroenergetika/obnovitelne-zdroje/narodni-akcni-plan-pro-obnovitelne-zdroje-energie--169894>
- [43] OEnergetice.cz. *Infografika: Česká energetika v 21. století* [online]. OEnergetice.cz, 2017. [cit. 12.12.2018]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/energetika-v-cr/infografika-ceska-energetika-21-stoleti/>
- [44] HOSNEDLOVÁ, Pavla. *Je dojednáno. Do roku 2030 se má podíl obnovitelných zdrojů na výrobě elektřiny v EU zvýšit na 32 procent.* [online]. ČTK, 2017. [cit. 13.11.2018]. Dostupné z: <https://euractiv.cz/section/zivotni-prostredi/news/je-dojednano-do-roku-2030-se-ma-podil-obnovitelnych-zdroju-na-vyrobe-elektriny-v-eu-zvysit-na-32-procent/>
- [45] VOBOŘIL, David. *Příčin solárního boomu v České republice* [online]. David Vobořil, 2015. [cit. 7.11.2018]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/priciny-solarniho-boomu/>
- [46] Czech Nature Energy a. s.. *Fotovoltaické systémy pro výrobu elektřiny* [online]. Czech Nature Energy a. s., 2016. [cit. 14.11.2018]. Dostupné z: <http://www.cne.cz/fotovoltaicke-systemy/uvod-do-fv-systemu/>



- [47] TZB-energ. *Fotovoltaika* [online]. TZB-Energ., 2012. [cit. 14.11.2018].  
Dostupné z: <https://www.tzb-energ.cz/fotovoltaika.html>
- [48] Isofen Energy s.r.o.. *Fotovoltaická elektrárna* [online]. Isofen Energy s.r.o., 2019. [cit. 14.11.2018]. Dostupné z:  
<http://www.isofenenergy.cz/fotovoltaicka-elektrarna.aspx>
- [49] Solární Experti s.r.o.. *Jak velkou fotovoltaickou elektrárnu potřebujete?* [online]. Solární Experti s.r.o., 2018. [cit. 14.11.2018]. Dostupné z:  
<https://www.solarniexperti.cz/kolik-solarnich-panelu-na-strechu-potrebujete/>
- [50] Státní fond životního prostředí ČR. *Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory z podprogramu NZÚ RODINNÉ DOMY v rámci 3. výzvy k podávání žádostí.* [online]. Státní fond životního prostředí ČR, 2018. [cit. 10.9.2018]. Dostupné z: <https://www.novazelenausporam.cz/>
- [51] Štička, David. *Solární regulátory* [online]. David Štička, 2018.[cit. 14.12.2018]. Dostupné z: <http://www.sticka.cz/kategorie/solarni-regulatory/>
- [52] KOSTKA, Tomáš. *Fotovoltaická elektrárna.* [online]. Tomáš Kostka: Střední škola, Havířov-Šumbark. [cit. 10.11.2018]. Dostupné z: [https://www.outech-havirov.cz/skola/files/knihovna\\_eltech/ee/fvs\\_elektrarny.pdf](https://www.outech-havirov.cz/skola/files/knihovna_eltech/ee/fvs_elektrarny.pdf)
- [53] Solární Experti s.r.o.. *Jak funguje střešní fotovoltaická elektrárna?* [online]. Solární Experti s.r.o., 2018. [cit. 14.11.2018]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/jak-funguje-stresni-fotovoltaicka-elektrarna/>
- [54] Solární Experti s.r.o.. *Jak umístit na váš dům solární panely?* [online]. Solární Experti s.r.o., 2018. [cit. 14.11.2018]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/jak-umistit-na-dum-solarni-panely/>
- [55] BECHNÍK, Bronislav. *Optimalizace orientace a sklon fotovoltaických panelů* [online]. Bronislav Bechník: TZB-info, 2014. [cit. 15.12.2018]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/114865-optimalni-orientace-a-sklon-fotovoltaickyh-panelu>
- [56] Solární Experti s.r.o.. *Hybridní solární elektrárna 3,58 kWp s baterií* [online]. Solární Experti s.r.o., 2018. [cit. 14.11.2018]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/solarni-systemy/fotovoltaika/hybridni-solarni-elektrarna-s-bateriemi-li-ion-354-kwp-na-klic/>

- [57] ČEZ, a. s.. *Reportáž z instalace fotovoltaiky* [online]. ČEZ, a. s., 2016. [cit. 17.12.2018]. Dostupné z:  
<https://www.bydlimesfilipem.cz/cs/domov/reportaz-z-instalace-fotovoltaiky>
- [58] PREdistribuce, a. s.. *Připojení výroby k distribuční soustavě* [online]. PREdistribuce, a. s., 2018. [cit. 29.11.2018]. Dostupné z:  
<https://www.predistribuce.cz/cs/potrebuji-zaridit/vyrobci/pripojzeni-vyrobnny-k-distribucni-soustave/>
- [59] ČEZ distribuce, a. s.. *Připojení / změna výroby el. energie* [online]. ČEZ distribuce, a. s., 2018. [cit. 29.11.2018]. Dostupné z:  
<https://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-zakazniky/potrebuji-vyresit/pripojzeni-zmena-vyrobnny-el-energie.html>
- [60] E.ON Distribuce, a. s.. *Nové připojení výroby nebo mikrozdroje do stávajícího odběrného místa (nízké napětí)* [online]. E.ON Distribuce, a. s., 2018. [cit. 29.11.2018]. Dostupné z: <https://www.eon-distribuce.cz/zadost/pripojzeni-vyrobnny-nn>
- [61] Profi Press s. r. o.. *Recyklace hliníku* [online]. Profi Press s. r. o.2016. [cit. 27.12.2018]. Dostupné z: <https://odpady-online.cz/recyklace-hliniku/>
- [62] Profi Press s. r. o.. *Olověné akumulátory se recyklují z 80 procent* [online]. Profi Press s. r. o.2004. [cit. 27.12.2018]. Dostupné z: <https://odpady-online.cz/olovene-akumulatory-se-recykluji-z-80-procent/>
- [63] OEnergetice.cz. *Recyklace li-ion baterií - úvod* [online]. OEnergetice.cz, 2018. [cit. 27.12.2018]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/akumulace-energie/recyklace-lithium-ion-baterii-uvod/>
- [64] BECHNÍK, Bronislav. *Recyklace fotovoltaických panelů na konci životnosti* [online]. Bronislav Bechník: TZB-info, 2011. [cit. 27.12.2018]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/7868-recyklace-fotovoltaickych-panelu-na-konci-zivotnosti>

## Seznam příloh

Příloha č. 1 - Porovnání nabídek instalačních firem s náklady na elektrickou energii rodinného domu za 12 let provozu