

Univerzita Pardubice  
Fakulta Ekonomicko-správní

Analýza ekonomicky využitelného potenciálu solární energie v oblasti  
poskytování bytových služeb  
Diplomová práce

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní  
Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub Michek**  
Osobní číslo: **E19675**  
Studijní program: **N0413A050009 Ekonomika a management**  
Specializace: **Ekonomika a management podniku**  
Téma práce: **Analýza ekonomicky využitelného potenciálu solární energie v oblasti poskytování bytových služeb**  
Zadávací katedra: **Ústav správních a sociálních věd**

## Zásady pro vypracování

Cílem práce je posoudit ekonomické efekty využití solární energie pro dosahování úspor v oblasti poskytování bytových služeb případně nájemního bydlení atp. Práce bude obsahovat vyčíslení možných energetických a ekonomických úspor a zhodnocení návratnosti investice.

Osnova:

- Solární energetika.
- Energetická náročnost budov.
- Hodnocení ekonomicky využitelného potenciálu.
- Hodnocení ekonomických efektů.

Rozsah pracovní zprávy: **cca 50 stran**  
Rozsah grafických prací:  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

KNÁPEK, Jaroslav, Amela AJANOVIC a Reinhard HAAS. Energy for sustainable development IV: evidence from Czech Republic and Austria. Praha: Wolters Kluwer, 2015. 189 s. ISBN 978-80-7478-993-9.  
KŘÍŽ, Radko. Udržitelný rozvoj a veřejná správa. Žilina: GEORG, 2013. 192 s. ISBN 978-80-8154-047-9.  
MULVANEY, Dustin, ed. Green technology: an A-to-Z guide. Thousand Oaks: Sage, c2011. The Sage references series on green society: toward a sustainable future. 524 s. ISBN 978-1-4129-9692-1.  
QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. Praha: Grada, 2010. Stavitel. 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Robert Baťa, Ph.D.**  
Ústav správních a sociálních věd

Datum zadání diplomové práce: **1. září 2021**  
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2022**

**prof. Ing. Jan Stejskal, Ph.D. v.r.**  
děkan

L.S.

**doc. Ing. Jan Černožorský, Ph.D. v.r.**  
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 1. září 2020

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji:

Práci s názvem Analýza ekonomicky využitelného potenciálu solární energie v oblasti poskytování bytových služeb jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše. Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 30.4.2022

Bc. Jakub Michek v. r.

## **PODĚKOVÁNÍ:**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce panu doc. Ing. Robertu Baťovi, Ph.D. za jeho cenné rady a odbornou pomoc. Zároveň bych chtěl také poděkovat zástupcům společnosti EGÚ Brno, a. s. za poskytnutá data k energetice a panu Zdeňkovi Pavlíkovi, správci objektu, za poskytnutá data k panelovému domu. V neposlední řadě také děkuji své přítelkyni a rodině za podporu.

## **ANOTACE**

*Práce se věnuje potenciálu využití solární energie pro bytový fond. V první části je popsán vývoj energetických zdrojů vyplývajících z dlouhodobé energetické koncepce České republiky a porovnává podmínky pro rozvoj solární energetiky v České republice s evropskými zeměmi. Následující kapitoly posuzují skladbu stávajících energetických zdrojů a jejich nutnou obměnu za nové bez uhlíkové zdroje, které jsou šetrné k životnímu prostředí. V praktické části bude zmapován potenciál solární energetiky pro bytový fond v České republice, na který bude navázáno analýzou podmínek a požadavků pro implementaci těchto zdrojů v prostředí českého energetického trhu. Na základě zjištěných vstupů bude vytvořena finanční analýza efektivity rozvoje solární energie pro typický bytový dům a budou kvantifikovány dopady na životní prostředí dotčené komunity.*

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

*Solární energetika, obnovitelné zdroje, energetická soběstačnost, ochrana životního prostředí, podmínky pro život, energetická bilance*

## **TITLE**

*Analysis of the economically usable potential of solar energy in the field of housing services*

## **ANNOTATION**

*The thesis deals with the potential use of solar energy for the housing stock. The first part describes the development of energy sources resulting from the long-term energy concept of the Czech Republic and compares the conditions for the development of solar energy in the Czech Republic with European countries. The following chapters consider the composition of existing energy sources and their necessary replacement with new, environmentally friendly carbon-free sources. The practical part will map the potential of solar energy for the housing stock in the Czech Republic, which will be followed by an analysis of conditions and requirements for the implementation of these sources in the Czech energy market. Based on the identified inputs, a financial analysis of the efficiency of solar energy development for a typical apartment building will be created and the impacts on the environment of the affected community will be quantified.*

## **KEYWORDS**

*Solar energy, renewable sources, energy self-sufficiency, environmental protection, living conditions, energy balance*

# OBSAH

ÚVOD .....	10
<b>1 ENERGETIKA A JEJÍ VÝVOJ .....</b>	<b>11</b>
1.1 HISTORIE VÝVOJE ENERGETIKY .....	11
1.2 SKLADBA SOUČASNÝCH ENERGETICKÝCH ZDROJŮ .....	12
1.2.1 Neobnovitelné zdroje energie .....	13
1.2.2 Obnovitelné zdroje energie .....	17
1.3 STRUKTURA VYUŽÍVÁNÍ ENERGETICKÝCH ZDROJŮ .....	20
1.3.1 Elektroenergetika .....	21
1.3.2 Teplárenství .....	23
1.3.3 Plynárenství .....	23
<b>2 SOLÁRNÍ ENERGETIKA.....</b>	<b>24</b>
2.1 PRINCIPY VYUŽITÍ ENERGIE ZE SLUNCE.....	24
2.1.1 Fotovoltaické články .....	24
2.1.2 Sluneční termální kolektory .....	25
2.2 KLIMATICKÉ PODMÍNKY PRO SOLÁRNÍ ENERGETIKU V ČR .....	26
2.3 POROVNÁNÍ ROZVOJE SOLÁRNÍ ENERGETIKY V ČR A ZEMÍCH EU .....	27
2.4 LEGISLATIVA A POŽADAVKY EVROPSKÉ UNIE .....	32
2.5 DOPADY ZAVÁDĚNÍ SOLÁRNÍ ENERGETIKY .....	34
<b>3 ENERGETICKÁ SPOLEČENSTVÍ V BYTOVÉM FONDU .....</b>	<b>36</b>
3.1 SKLADBA A ENERGETIKA BYTOVÝCH DOMŮ V ČR.....	36
3.2 ENERGETICKÁ SPOLEČENSTVÍ PRO BYTOVÝ FOND.....	36
3.3 IDENTIFIKACE BARIÉR ENERGETICKÝCH SPOLEČENSTVÍ .....	38
<b>4 ENERGETIKA BYTOVÉHO DOMU .....</b>	<b>41</b>
4.1 SOUČASNÁ SKLADBA ZDROJŮ .....	41
4.1.1 Tepelná energie.....	42
4.1.2 Voda.....	42
4.1.3 Plyn .....	43
4.1.4 Elektřina.....	43
4.1.5 Celková energetická bilance panelového domu .....	43
4.2 PARAMETRY PRO NÁVRH LOKÁLNÍCH ZDROJŮ .....	44
4.3 ELEKTRICKÁ ENERGIE.....	45
4.3.1 Výpočet průběhu denní spotřeby elektrické energie .....	45
4.3.2 Výpočet finančních nákladů na elektrickou energii .....	46
<b>5 ANALÝZA SOLÁRNÍ ENERGETIKY .....</b>	<b>49</b>
5.1 UŽITNÁ PLOCHA PRO FVE.....	49
5.2 NÁVRH ZDROJŮ Z FVE .....	50
5.3 ROZBOR VSTUPNÍCH PARAMETRŮ FINANČNÍ ANALÝZY.....	53
5.3.1 Cena zdrojů .....	53
5.3.2 Vývoj a predikce ceny elektřiny .....	54
5.3.3 Výkupní ceny z OZE .....	57
5.3.4 Dotační program pro FVE.....	57
5.4 INVESTOVÁNÍ DO FVE .....	58
5.4.1 Návrh FVE .....	58
5.4.2 Rentabilita FVE .....	60
5.5 FINANČNÍ ANALÝZA SOLÁRNÍ ENERGETIKY PRO BYTOVÝ FOND .....	60
5.5.1 Fotovoltaická elektrárna s absencí přetoků elektrické energie .....	60
5.5.2 Investiční varianta s využitím maximální užité plochy .....	65
5.5.3 Investiční varianta se střední hodnotou instalovaného výkonu .....	70
5.6 VYHODNOCENÍ FINANČNÍ ANALÝZY .....	75
5.7 PŘÍNOS SOLÁRNÍ ENERGETIKY PRO KOMUNITU .....	77
5.8 DOPADY Z HLEDISKA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ .....	78
<b>6 ZÁVĚR.....</b>	<b>79</b>
<b>7 POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>82</b>
<b>8 SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>88</b>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Vývoj celosvětové spotřeby primárních energetických zdrojů .....	12
Obrázek č. 2: Vznik uhlí.....	13
Obrázek č. 3: Vývoj ceny jaderných bloků .....	16
Obrázek č. 4: Vodní elektrárna Dlouhé stráně .....	18
Obrázek č. 5: Vývoj hrubé domácí spotřeby energie – Evropská Unie.....	20
Obrázek č. 6: Vývoj hrubé domácí spotřeby energie – Česká republika.....	21
Obrázek č. 7: Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny v ČR .....	22
Obrázek č. 8: Emise plynoucích z výroby elektrické energie v roce 2018 v ČR.....	22
Obrázek č. 9: Schéma fotovoltaické elektrárny.....	25
Obrázek č. 10: Solární termický systém pro ohřev vody .....	26
Obrázek č. 11: Mapa České republiky dle ročního úhrnu slunečního záření .....	27
Obrázek č. 12: Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů.....	28
Obrázek č. 13: Vývoj výkupních cen OZE v Kč/MWh .....	28
Obrázek č. 14: Podíl fotovoltaiky na celkové výrobě energie.....	29
Obrázek č. 15: Podíl fototermických článků na celkové výrobě energie .....	29
Obrázek č. 16: Solární energie – podíl fototermického systému na energetice v roce 2019.....	30
Obrázek č. 17: Solární energie – podíl fotovoltaiky na energetice v roce 2019.....	30
Obrázek č. 18: Roční úhrn slunečního záření v EU .....	31
Obrázek č. 19: Potenciál solární energie .....	32
Obrázek č. 20: Úhrn slunečního svitu ve městě Chrudim .....	41
Obrázek č. 21: Spotřeba elektrické energie vybraného objektu .....	46
Obrázek č. 22: Střešní plocha panelového domu .....	50
Obrázek č. 23: Výroba z fotovoltaiky dle metody TDD o kapacitě 13 kWp .....	52
Obrázek č. 24: Výroba z fotovoltaiky dle metody TDD o kapacitě 117 kWp .....	52
Obrázek č. 25: Výroba z fotovoltaiky dle metody TDD o kapacitě 65 kWp .....	53
Obrázek č. 26: Vývoj ceny elektřiny .....	55
Obrázek č. 27: Predikce ceny elektřiny .....	56
Obrázek č. 28: Diskontovaná návratnost investiční varianty č. 1 .....	64
Obrázek č. 29: Diskontovaná návratnost investiční varianty č. 2 .....	69
Obrázek č. 30: Diskontovaná návratnost investiční varianty č. 3 .....	74
Obrázek č. 31: Porovnání návratnosti jednotlivých investičních variant .....	76
Obrázek č. 32: Porovnání ziskovosti jednotlivých investičních variant.....	76

## SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Roční bilance spotřeby energií a vody .....	43
Tabulka č. 2: Náklady za elektřinu panelového domu .....	47
Tabulka č. 3: Spotřeby elektřiny panelového domu dle tarifních sazeb.....	56
Tabulka č. 4: Průměrná cena za dodávku a distribuci elektřiny analyzovaného domu .....	56
Tabulka č. 5: Investiční varianta č. 1 – vstupní hodnoty.....	61
Tabulka č. 6: Investiční varianta č. 1 – hodnoty k určení návratnosti a ziskovosti .....	63
Tabulka č. 7: Investiční varianta č. 1 – vyhodnocení .....	64
Tabulka č. 8: Investiční varianta č. 2 – vstupní hodnoty .....	65
Tabulka č. 9: Investiční varianta č. 2 – návrh akumulace elektřiny .....	66
Tabulka č. 10: Investiční varianta č. 2 – návratnost akumulátoru .....	67
Tabulka č. 11: Investiční varianta č. 2 – hodnoty k určení návratnosti a ziskovosti .....	68
Tabulka č. 12: Investiční varianta č. 2 – vyhodnocení .....	70
Tabulka č. 13: Investiční varianta č. 3 – vstupní hodnoty .....	71
Tabulka č. 14: Investiční varianta č. 3 – návrh akumulace elektřiny .....	72
Tabulka č. 15: Investiční varianta č. 3 – návratnost akumulátoru .....	73
Tabulka č. 16: Investiční varianta č. 3 – hodnoty k určení návratnosti a ziskovosti .....	73
Tabulka č. 17: Investiční varianta č. 3 – vyhodnocení .....	75



## **SEZNAM ZKRATEK**

FVE	fotovoltaická elektrárna
kWh	kilowatthodina
kWp	kilowattpeak
MWh	megawatthodina
OM	odběrné místo
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries
OZE	obnovitelné zdroje energie
TDD	typový diagram dodávky

## ÚVOD

Energetika představuje významný faktor pro fungování společnosti. Svět se velmi dynamicky mění a zvyšuje se energetická náročnost. Zároveň s velmi rychle rostoucím počtem obyvatel této planety se stupňují i energetické nároky jednotlivých zemí a současně je snaha o minimální úroveň znečištění plynoucí z výroby energie. Světové zásoby nabízí mnohé možnosti, jak získat energii. S ohledem na životní prostředí a udržitelnou budoucnost se dnes již celý svět snaží pomalu přizpůsobit potřebě využívání „Zelené energie“, která představuje environmentálně příznivější způsob dodávek energie pro bydlení, provoz společností, výrobu hmotných statků a obecně pro život jako takový.

Diplomová práce se zabývá využitím solární energie v oblasti poskytování bytových služeb. Dle posledního sčítání lidu v České republice žije 55 % obyvatel v bytových domech. Tato práce se zabývá potenciálem využití solární energie prostřednictvím fotovoltaických panelů a fototermických kolektorů a jejich vlivu na energetickou náročnost, finanční náklady a ochranu životního prostředí. Diplomová práce popisuje nejprve základní principy sběru energie. Následně jsou objasněny možnosti využití energie ze slunce, proces využití solární energie a její očekávaná budoucnost v souvislosti s potenciálem, legislativními požadavky a nároky Evropské unie. Praktická část diplomové práce analyzuje využití solární energetiky pro panelový dům ve městě Chrudim. Nejdříve je vyčíslen výkon v souvislosti s užitnou plochou a z něj plynoucí výroba energie. Práce zahrnuje vyčíslení nákladů, energetickou náročnost, životnost investice a její návratnost. V neposlední řadě je zde brán zřetel na vliv této investice na dotčenou komunitu a životní prostředí.

**Cílem práce je posoudit ekonomické efekty využití solární energie pro dosahování úspor v oblasti poskytování bytových služeb případně nájemního bydlení atp. Práce bude obsahovat vyčíslení možných energetických a ekonomických úspor a zhodnocení návratnosti investice.**

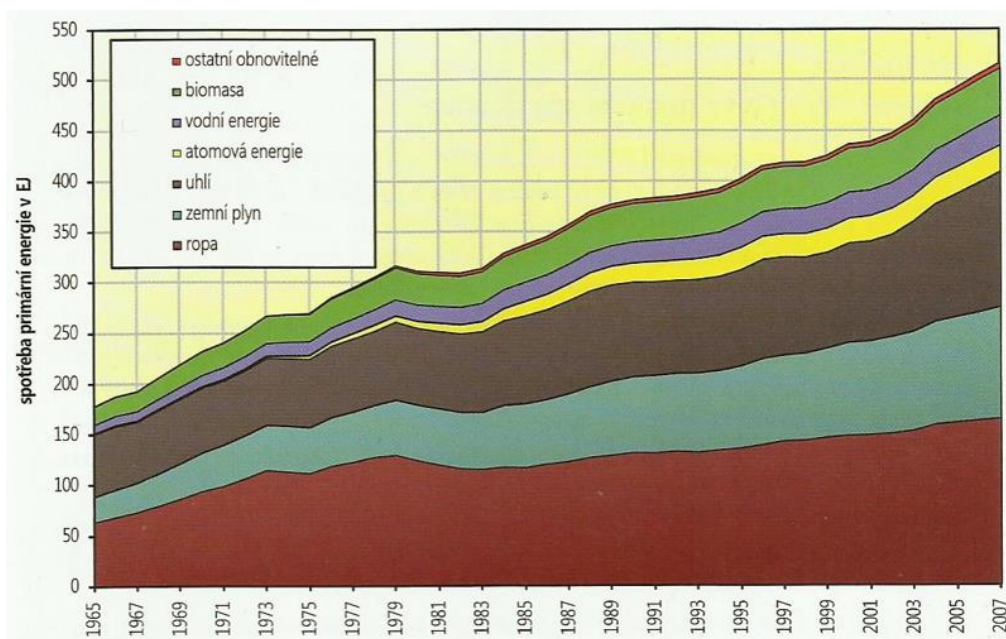
# 1 ENERGETIKA A JEJÍ VÝVOJ

Energetika je velmi široké odvětví průmyslu, které představuje způsoby získávání, distribuce a přeměny energie. Energie reprezentuje objemovou práci, či možnost nebo schopnost práci vykonat. energii lze získat z přírodních zdrojů nebo z druhotných surovin. Přírodní zdroje z hlediska energetiky členíme do dvou skupin na obnovitelné a neobnovitelné.

Z enviromentálního hlediska jsou nejlepší možnou alternativou výroby energie obnovitelné zdroje, neboť mají obvykle v porovnání s ostatními alternativami menší dopad na životní prostředí. EU se zavázala dosáhnout do roku 2050 klimatické neutrality. Tento cíl spočívá v postupném snižování emisí a nahrazování stávajících zdrojů energie novými, které jsou šetrné k životnímu prostředí.

## 1.1 Historie vývoje energetiky

Skladba energetických zdrojů se v čase měnila. Ještě na konci 18. století představovala hospodářská zvířata a palivové dříví hlavní zdroje energie. Jednalo se o významné a strategické suroviny. Zásoby zdrojů energie měly vliv na osídlování kontinentu. Je možné, že přesun obyvatelstva ze zemí pokrytých pouze pískem souvisí právě s nedostatkem dřeva v těchto oblastech. Civilizace se proto postupně přesouvala směrem na sever do oblastí bohatých na energetické zdroje. Obnovitelné zdroje energie nepředstavují nic nového, co by se začalo hojně využívat až ve 21. století. Větrné a vodní mlýny existují již po staletí. V 19. století se začala na úkor úbytku dřeva projevovat potřeba jiného energetického zdroje, kterým se stalo uhlí. Hlavními producenty byly USA, Německo a Velká Británie. Na konci 19. století nastal v energetice velký průlom. Vynález spalovacího motoru představoval impuls pro využití ropy. Ropa se začala průmyslově těžit na americkém kontinentu v 19. století. Fosilní palivo, které se využívalo nejpozději, je zemní plyn. Stalo se tomu tak v polovině minulého století. Důvodem tohoto pozdějšího nástupu byla složitost těžby a samotné distribuce energie k odběrateli. Posledním zdrojem energie bylo získávání energie na základě štěpení jádra. Tato energie byla nejdříve využita pro vojenské účely. Kontrolované štěpení jádra pro energetické účely se začalo využívat až ve druhé polovině 20. století (Quaschnig, 2010, s. 12-14). Historický vývoj skladby energetických zdrojů využívaných celosvětově je vyobrazen na **obrázku č. 1**.



**Obrázek č.1:** Vývoj celosvětové spotřeby primárních energetických zdrojů

*Zdroj: (Quaschnig, 2010, s. 23)*

Vlivem populačního přírůstku se zvyšuje spotřeba a nároky na dodávky energie nezbytné pro život. Současná skladba energetických zdrojů není pro účely trvale udržitelného rozvoje vhodná. Světová zásoba fosilních zdrojů se neustále snižuje. Energetické zdroje, které jsou dnes nejčastěji zastoupené, mají vysoké emisní hodnoty, jež negativně ovlivňují ovzduší. Aby bylo možné řídit trvale udržitelný rozvoj a vyrábět energii s minimálním dopadem na životní prostředí, je potřeba provést změnu energetického mixu. Za předpokladu, že by se mělo množství spotřebované energie v rozvojových zemích dostat na úroveň vyspělých států, znamenalo by to zvýšit množství vyráběné energie na takovou úroveň, kterou by ekosystém planety neunesl. Další problém nastává, pokud by hlavním zdrojem energie byly pouze fosilní paliva jako ropa a zemní plyn. Cestou, jak předejít této hrozbě, je snižování energetické potřeby u stávajících statků, které společnost využívá dennodenně. V tématu budoucí energetické strategie je celosvětovým cílem orientovat se na šetrný způsob výroby energie pomocí obnovitelných zdrojů, popřípadě bezpečné využití jádra (Kubín, 2002, s. 20).

## 1.2 Skladba současných energetických zdrojů

V této podkapitole budou popsány jednotlivé zdroje energie, které jsou využívány. Jedná se o energetické zdroje, které byly již zmíněny v rámci předcházející kapitoly. Zdroje energie lze v zásadě dělit do dvou základní skupin na obnovitelné a neobnovitelné.

## 1.2.1 Neobnovitelné zdroje energie

V této kapitole budou popsány vyčerpatelné zdroje energie. V současné době společnost využívá více zdrojů vyčerpatelných, které jsou ovšem méně šetrné k životnímu prostředí. V tomto století by mělo dojít na poli energetiky k jejich postupnému útlumu a obměnění za obnovitelné.

### 1.2.1.1 Uhlí

Uhlí představuje první typ fosilních paliv, které se ve společnosti využívá nejdéle. Ve své podstatě uhlí představuje hořlavou horninu. Hornina vznikala několik desítek až stovek milionů let karbonizací rostlinných těl. V minulosti se často střídala období sucha s mohutnými srážkami, což mělo za následek uhynutí porostů a jejich opětovný růst na obdobném místě. Na těchto místech se hromadily organické látky. Vytvořená masa podobající se rašelině se postupně dostávala do větších hloubek, čímž došlo k zvýšení tlaků a teplot. Zároveň docházelo k vytlačování vzduchu a jiných látek, proto se zvyšoval podíl uhlíku. Výsledkem procesu karbonizace neboli prouhelnění byl vznik uhlí.

Jednotlivé fáze procesu vzniku uhlí jsou zobrazeny na **obrázku č. 2**.



**Obrázek č. 2:** Vznik uhlí

*Zdroj: (OKD, 2022, online)*

Na území ČR se nachází naleziště černého uhlí na Ostravsku, v okolí Prahy, Plzně, Brna a u Broumovského výběžku. Hnědé uhlí má své naleziště na Ústecku a Karlovarsku. Při těžbě uhlí existují dva základní způsoby těžby, hlubinné a povrchové. Hlubinná těžba představuje systém propojených chodeb, kde na jedné straně je důlní šachta pro přepravu horníků do dolů a mezi jeho vrstvami. Na druhé straně je těžební jáma, pomocí které se vytěžené uhlí dostává na povrch, kde se může průmyslově dále zpracovat. Při ražení hornin v důlních dolech se používají výztuže, aby práce dělníků byla bezpečná a zamezilo se tak důlní havárii. Horníci v dolech hojně využijí vrtací stroje, které slouží k těžbě. Pokud se nerostná surovina nachází jen několik metrů pod povrchem, je vhodnější využít povrchový způsob těžby. Tento způsob

spočívá v odstranění vrstvy, která je nad uhlím pomocí korečkového rypadla tak, aby se kolesové rypadlo mohlo dostat k samotnému uhlí. Povrchová těžba je typická pro oblast severních Čech. Naopak hlubinná je využívána na Ostravsku a Karvinsku (ČEZ, 2011, online).

### **1.2.1.2 Ropa**

Ropa je kapalina zbarvená od světle žluté až černé barvy. Je tvořena směsí pevných, kapalných a plynných uhlovodíků. Nachází se několik stovek metrů pod zemským povrchem. U nalezišť ropy se velmi často vyskytuje také zemní plyn. Dle nejpravděpodobnější hypotézy stojí za vznikem ropy rozklad obrovského množství odumřelých živočichů pod určitým tlakem a bez přístupu kyslíku. Ropa se v minulosti využívala jako mazadlo na kola koňských spřežení nebo také jako léčivo. Prudký nárůst poptávky po ropě přišel s objevem spalovacího motoru a rozvojem automobilismu. Ropa se začala používat jako palivo k pohonu dopravních prostředků. Ropná těžiště jsou založena na principu hlubinných vrtů. Podle tlaku se ropa samovolně vytlačuje na zemský povrch navrtaným ropovodem nebo se čerpá. Stěny vrtu jsou již v průběhu vrtu vyztuženy, aby okolní horniny nenarušily spoj mezi ropným ložiskem a ropným nalezištěm. Navrtávání potrubí probíhá pomocí dláta na vrtném soutyčí nebo pomocí rotační korunky. Některé ropné vrty je možné nalézt na souši, jiné jsou složitěji přístupné, protože se ropná plošina nachází na moři. Takové ropné plošiny se vyskytují v Severním moři mezi Velkou Británií a Norskem. Zde je několik ropných ložisek, kde se spolu s ropou těží také zemní plyn (ČEZ, 2011, online).

Naleziště ropy na území ČR byla objevena v období konce první světové války v oblasti Hodonínska. V době druhé světové války nabyly doley na svém významu a byly tak cílem spojeneckých vojsk. Po válce a následném rozdělení Československa z organizace Československé naftové závody vznikly dvě oddělené organizace Moravské naftové doley a Slovenské doley. V současné době tuzemská těžba pokrývá zhruba 10 % celkové spotřeby ropy v České republice (Binhack, 2011, s. 121).

Ropa představuje jednu z nejstrategičtějších energetických surovin. Její cena a dostupnost ovlivňuje ekonomickou úroveň vyspělých států. Česko bylo dlouhou dobu závislé pouze na dodávkách ropy pomocí ropovodu z Ruska. Z tohoto důvodu se ČR rozhodla vybudovat ropovod z Německa. Jiná forma dopravy, než pomocí ropovodu by neuspokojila výši české poptávky a potřeby této suroviny. Cenu a množství vyvážené ropy ovlivňuje organizace OPEC, která sdružuje země, jenž mají a vyváží tuto kapalinu (ČEZ, 2011, online).

### 1.2.1.3 Zemní plyn

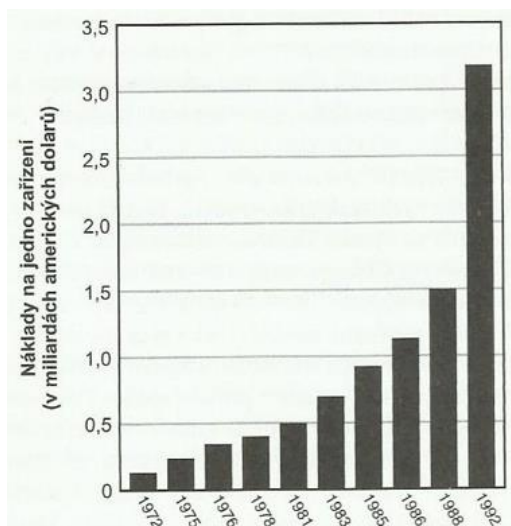
Nejmladším fosilním palivem je zemní plyn. Jedná se o nejméně ovzduší znečišťující druh fosilních nosičů energie. Zemní plyn vznikl z rostlin v mělkých vodách tropů. Vlivem úbytku kyslíku vznikala rašelina. Na rašelinu se postupem času dostával písek a jíl. Po několika miliónech let se postupně tato konzistence přeměnila na hnědé a později černé uhlí. Následně v důsledku tlaků a vysokých teplot se uhlí přeměnilo v plyn. Chemické složení zemních plynů se liší dle naleziště. Látkou, která je nejvíce zastoupená v zemním plynu, je metan. Zemní plyn je jedovatý, protože obsahuje velké množství sirovodíků a silně zapáchá. Jeho složení se tak chemicky upravuje. Ložiska zemního plynu se nachází až v několika kilometrech, a proto se začal využívat z fosilních paliv jako poslední. Druhým důvodem byla složitější logistika. Poptávka po zemním plynu se liší dle ročního období. Aby dodávka mohla být stálá, jsou budovány zásobníky zemního plynu, které nespotřebovanou produkci během letních měsíců uchovávají na období zimy, kdy se spotřeba zvyšuje. Zásobníky plynu lze dělit na porézní a kavernové. Prostory solných jeskyň nebo opuštěné uhelné doly představují ony zmíněné kaverny. Porézními zásobníky jsou vyhloubená ložiska v horninách, kam se plyn ukládá pro budoucí spotřebu (Quaschnig, 2010, s. 18).

V ČR se naleziště zemního plynu nachází stejně jako naleziště ropy v oblasti jižní Moravy, neboť naleziště těchto dvou fosilních paliv jsou velmi často u sebe. Podobně jako v případě ropy se na našem území těží pouze zlomek světové produkce zemního plynu. Vytěžená ložiska ropy na našem území, jako jsou například Dolní Dunajovice nebo Štramberk, se využívají jako zásobníky pro zemní plyn (Binhack, 2011, s. 121).

### 1.2.1.4 Atomová energie

Předseda pro jadernou energetiku v polovině minulého století veřejně pronesl o jaderné energetice tuto větu: „*Tak levná, že se nevyplatí jí měřit*“. Toto byla předesílaná budoucnost jaderné energetiky. Jaderná energetika funguje na principu, kdy jádro uranu je rozštěpeno neutronem, což představuje proces štěpení. Energie z jádra byla vždy složitou problematikou vzhledem k nákladům, rizikům a potřebným technologiím při výrobě. Vzniku první elektrárny využívající energii z jádra předcházela výroba ponorky, jež byla poháněna jaderným reaktorem. Na základě této inspirace vznikl první jaderný reaktor pro energetické účely, který se stal vzorem pro výstavbu dalších po celém světě. V 70. letech minulého století bylo v USA postaveno šest jaderných reaktorů. Porovnání efektivity výroby elektráren z jádra a uhlí způsobilo vzestup zájmu o jadernou energetiku. Toto bylo ještě umocněno stoupajícími cenami

ropy dle organizace OPEC. Z důvodu snižování závislosti na zemích blízkého východu se státy ubíraly k cestě energie z jádra. Útlum vzestupu jaderné energetiky byl způsoben na jedné straně legislativními požadavky a na straně druhé rychle rostoucí poptávkou. Legislativní podmínky se rok od roku více zesložitovaly, což mělo za následek prodloužení doby výstavby jaderných elektráren (Smil, 2013, s. 38). Legislativní podmínky zvyšovaly raketově cenu výstavby jaderných bloků, což reflektuje **obrázek č. 3**.



**Obrázek č. 3:** Vývoj ceny jaderných bloků

*Zdroj: (Smil, 2013, s. 38)*

Kvůli tomuto růstu nákladů na výstavbu se světová jaderná energetika postupně utlumovala a nakonec bylo vhodnější z ekonomického hlediska některé rozestavěné jaderné bloky nedostavět. Zároveň vznikaly obavy z důvodu bezpečnosti. V minulosti se lidstvo setkalo s haváriemi jaderných reaktorů v Černobylu a ve Fukušimě.

V USA vznikla myšlenka množivého reaktoru chlazeného tekutým kovem. Svět se inspiroval a podobné elektrárny se začaly stavět po celém světě, neboť tento způsob měl být ekonomičtější. Myšlenka se zcela nepotkala s realitou, a tak se svět opět vrátil k původní konstrukci energie z jádra. V současné době energie z jádra tvoří okolo 16 % světové produkce elektřiny. Ovšem tato čísla se v různých státech liší, například ve Francii je to téměř 80 %. Nízké celosvětové procento je dáno množstvím jaderných elektráren. Skutečnost je taková, že elektrárny jsou velice výkonné a běžně jejich výkon přesahuje 1 GW, ve výjimkách dokonce 5 GW. Jednotlivé technologie dokáží vytvořit energetické zdroje o hodnotě 200 MW – 1000 MW. Výkon největší větrné turbíny dosahuje hodnoty 5 MW a jednotlivé fotovoltaické články dosahují na hodnoty 200-450 Wp. Dle zmíněných hodnot



je tedy jasné, že jaderná energetika je značně výkonnější ve srovnání s obnovitelnými zdroji. Vzhledem ke své uhlíkové stopě by ovšem kombinace těchto dvou zdrojů energie byla vhodnou skladbou energetického průmyslu pro udržitelný rozvoj v souladu s poptávkou, zátěží na životní prostředí a populačním růstem (Smil, 2013, s. 36-37).

## **1.2.2 Obnovitelné zdroje energie**

Podkapitola je věnována obnovitelným zdrojům energie. Větrná, vodní energie či bio zdroje jsou známy po mnoho let. Spalování bio zdrojů nebo vodní a větrné mlýny byly využívány po staletí. Stávající technologie mají ovšem vyšší účinnost.

### **1.2.2.1 Větrná energie**

Vítr vzniká díky neustále se měnícímu tlaku v atmosféře. Výsledkem změny tlaku je proudění vzduchu, které nazýváme větrem. Vítr je fyziologický jev, který představuje určitou sílu, kterou lze využít k výrobě elektrického proudu. Síla větrného proudění se měří pomocí anemometru.

Větrné elektrárny jsou velká zařízení zakončená vrtulí, která je roztáčena pomocí vzdušného proudění. energii větru, která pohání vrtuli, je následně možné přeměnit na energii elektrickou či mechanickou. Velikost vyrobené energie závisí na velikosti větrné elektrárny. Větrné elektrárny slouží výhradně k dodávce elektrické energie. Větrná elektrárna se skládá z rotoru, generátoru, převodovky, systému natáčení strojovny, stožáru a regulačního systému.

Možnosti využití větrné energie jsou v podmínkách ČR ve srovnání s přímořskými státy značně odlišné. Pro ČR je charakteristické vnitrozemské klima s nepravidelným prouděním vzduchu. Směr větru a hlavně proměnlivost jeho intenzity se často mění. Způsob nastavení větrné elektrárny, aby generovala maximální výkon, tak tedy není zcela jednoznačný. V případě přímořských států je proudění větru silnější a konzistentnější, a tak lze lépe využít tohoto fyzikálního jevu k přeměně energie větru na energii elektrickou. Před samotnou stavbou větrné elektrárny je důležité vybrat to nejvhodnější místo s nejstabilnějším prouděním větru a naplánovat správné nastavení. Investice do větrné elektrárny nese značná rizika, a proto je nezbytné před začátkem výstavby určit, zda očekávaná návratnost převyší vynaložené náklady na výstavbu. V ČR je zhruba o polovinu méně větrných dní ve srovnání s přímořskými státy, a tudíž návratnost a efektivnost tohoto zdroje energie je v českých podmínkách nižší. Životnost větrných elektráren je uváděna v rozmezí od 20 do 25 let a dle odborné veřejnosti je nutné, aby návratnost investice byla maximálně 7 let. Za těchto předpokladů by výstavba větrné elektrárny měla být investicí s velice malou mírou rizika (Čeněk, 1994, s. 81).

### 1.2.2.2 Energie z vody

Sběr energie pomocí vodních mlýnů prošel značnou transformací. Elektrárny jsou založeny na proudění vody vodní turbínou, čímž vzniká energie, která se následně může přenést přes generátor do transformátoru a poté do elektrické sítě. Vodní elektrárny lze rozdělit do několika druhů. Na vodních tocích se mohou nacházet vodní průtočné elektrárny. V tomto případě je vytvořena průtoková přehrada. Protékající voda pak roztáčí turbínu. Na podobném principu funguje tzv. Akumulační vodní elektrárna. Rozdíl spočívá v tom, že zde je voda zadržována ve větším množství a díky většímu spádu na uzavřené přehradě menší průtok s vysokým spádem dokáže vytvořit více elektrické energie. Další možností jsou tzv. přečerpávací elektrárny, kdy existují dvě vodní nádrže u sebe s rozdílnou nadmořskou výškou. Voda je přečerpávána z dolní nádrže do horní a následně je sváděna zpět přes turbínu, která vytváří elektrickou energii. Některé přímořské státy ještě využívají přílivových, vlnových a vodních elektráren poháněných mořskými proudy (Musil, 2009, s. 67).

V roce 1996 byla postavena v ČR přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně (obrázek č. 4) v Olomouckém kraji. Tato elektrárna má tři prvenství, jelikož má největší vodní turbínu v Evropě, jedná se o elektrárnu s největším spádem v ČR a také je zde instalovaný největší špičkový výkon 2x325 MW (ČEZ, 2021, online).



**Obrázek č. 4:** Vodní elektrárna Dlouhé stráně

*Zdroj: (Dlouhé Stráně, 2019, online)*

### 1.2.2.3 Solární energetika

Na možnost využití solární energie lze nahlížet z různých úhlů. Světlo a teplo jsou dva pojmy, které se jistě pojí se sluncem a sluneční energií. První zmínky o využití energie ze slunečních paprsků se datují k začátku 20. století, kdy vznikl první platný patent na solární termický systém. Později se však solární energetice nedostalo příliš pozornosti, protože ve světě zavládla nadvláda fosilních paliv. Na scénu se energie ze slunce dostala až v sedmdesátých letech minulého století (Quaschnig, 2010, s. 119).

Elektrickou energii ze slunečního záření lze získat buď přímo pomocí solárních sběrných panelů nebo tzv. nepřímo přes tepelnou energii. Energie ze slunečního záření je nasměrována přes sběrač do absorbéru, kde se ohřátá kapalina přemění v páru. Pára pohání parní turbínu, která roztáčí generátor, čímž vzniká elektrický proud. Rozdílem od běžné tepelné elektrárny je zdroj energie, který je v tomto případě slunce. Tepelné sluneční elektrárny se liší podle typu sběrače slunečního svitu. Ten může mít tvar žlabu nebo diskového sběrače, kdy odráží sluneční svit do jednoho konkrétního bodu k maximálnímu ohřátí kapaliny, která je dále využívána k přeměně sluneční energie. Další možností je Heliostat, kdy jsou opět sluneční paprsky odraženy do centrálního absorbéru (ČEZ, 2021, Online).

Druhou možností je získání elektrické energie ze slunečního záření pomocí fotovoltaiky. Základní prvek fotovoltaických článků je polovodičová dioda. Fotovoltaické články jsou nejčastěji vyrobeny z křemíku. Elektrická energie vzniká při dopadu slunečního světla na fotovoltaiku. V tomto okamžiku dojde k uvolnění neutronu a protonu a na základě působení jejich reakce vznikne elektron a elektrické napětí. Kromě elektrické energie je možné sluneční záření využít pro ohřev vody pomocí fototermických kolektorů. V těchto zásobnících je ohřívána voda, která slouží pro dodávky teplé užitkové vody pro domácnosti. Ohřátá voda putuje do bojleru a studená voda je odváděna zpět do kolektorů (Vzdělávací portál ČEZ, 2020, online).

V ČR byla vybudována první solární elektrárna v roce 1998 v Dukovanech. Od roku 2006 do roku 2010 se začaly stavět díky dotacím solární elektrárny velmi rychle a ve velkém množství. Tento trend byl utlumen novelou zákona o podpoře obnovitelných zdrojů v roce 2010. Dnes u nás fotovoltaické elektrárny zabezpečují zhruba 4 % celkové produkce elektrické energie. Detailněji je problematice solárních elektráren věnována kapitola č. 2 (Energie pro lidi, 2021, online).

#### **1.2.2.4 Biomasa**

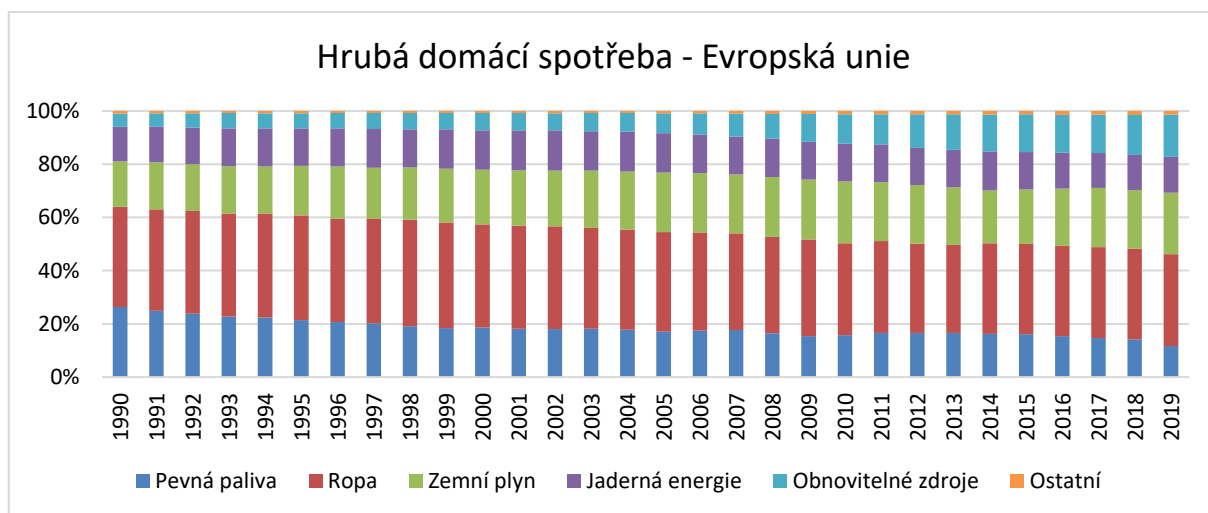
Biomasa je nejstarším zdrojem energie. Jedná se o veškerou organickou hmotu na naší planetě. Energii získáváme z uhlíku, respektive jeho chemických vazeb. Uhlík obsahuje veškerá biomasa, takže k získání energie je možné využít prakticky veškerou organickou hmotu. Za energetickou biomasu jsou ovšem považovány rostliny, které díky fotosyntéze akumulují získanou energii ze slunce, která může být dále využita. Pro energetické účely využíváme dřeviny, rychle rostoucí rostliny, obiloviny, travní porosty aj. Biomasa pro potřeby energie může být pěstována nebo se může jednat o odpadní biomasu, pod kterou je možné

si představit například zbytky zemědělské prvovýroby. Pomocí spalování z biomasy je možné získat energii. Lepší účinnosti dosahuje biomasa při výrobě tepla spalováním dříví v krbu domácnosti. Při přeměně biomasy na elektřinu se účinnost pohybuje okolo 50 % (O energetice, 2021, online).

### 1.3 Struktura využívání energetických zdrojů

ČR je již od roku 2004 součástí EU. Unie stanovuje své energetické cíle, jenž musí členské státy plnit. Vývoj skladby energetických zdrojů ČR a EU se liší. Především západní a přímořské státy lépe naplňují evropské cíle v oblasti zelené energetiky a poměr těchto zdrojů na celkové spotřebě je ve srovnání s ČR dlouhodobě vyšší (Knápek, 2015, s. 10).

Na **obrázku č. 5** je v grafu zobrazen dlouhodobý vývoj energetického mixu EU. Za posledních 30 let kleslo využití uhlí na polovinu. Od roku 2002 se postupně zvyšuje podíl obnovitelných zdrojů a biopaliv.

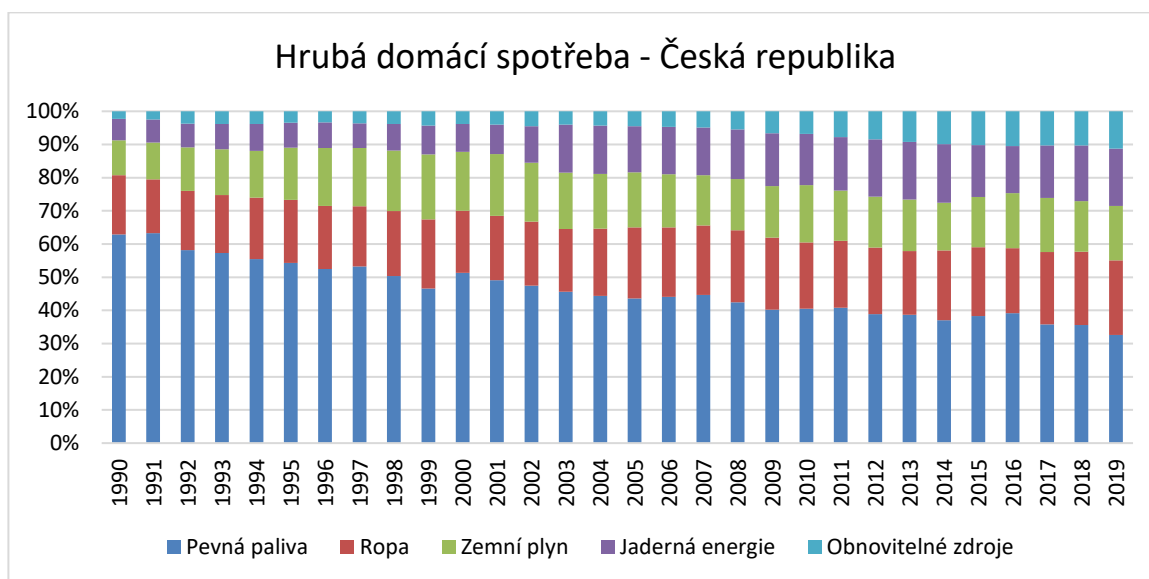


**Obrázek č. 5:** Vývoj hrubé domácí spotřeby energie – Evropská unie

*Zdroj: vlastní zpracování dle (European commission, 2021, online)*

V ČR došlo k výraznějšímu využití obnovitelných zdrojů až po vstupu do Evropské unie. Do té doby hrálo v minulosti v energetickém mixu ČR významnou roli uhlí, neboť ještě v roce 1990 představovalo zhruba 63% podíl v rámci energetického mixu. Jelikož uhlí je vyčerpatelný zdroj energie, je postupně v energetickém mixu ČR i EU nahrazováno jinými zdroji. V současné době se uhlí podílí zhruba na jedné třetině celkové hrubé spotřeby energie. Snížení využití energie z uhlí souvisí s poklesem celkových zásob této suroviny a také s jeho emisními dopady. Z hlediska soběstačnosti se podíl domácích zdrojů na úkor importu pohybuje historicky okolo 75 % (Knápek, 2015, s. 11).

Vývoj energetického mixu ČR je zachycen v grafu na **obrázku č. 6**.



**Obrázek č. 6:** Vývoj hrubé domácí spotřeby energie – Česká republika

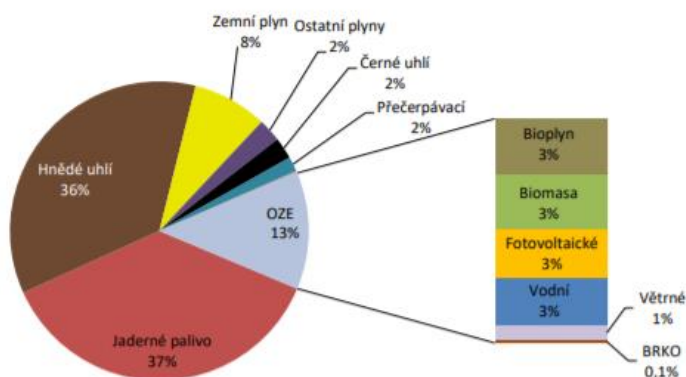
*Zdroj: vlastní zpracování dle (European commission, 2021, online)*

### 1.3.1 Elektroenergetika

Elektřina je jedna z komodit, která je odvozenou surovinou na základě spotřeby energie. Jedná se o jevy vyvolané působením elektrického náboje a elektromagnetického pole. Za účelem distribuce elektřiny jsou postavené tzv. elektrizační soustavy. Jedná se o soubor centrálně řízených paralelně pracujících elektráren, elektrických přenosových a rozvodných zařízení a elektrických spotřebičů se společnou výkonovou rezervou (EG.D, 2020, online).

Elektřinu je možné uskladnit po určitou dobu formou akumulace elektřiny. Elektřinu lze uchovat v různém množství. V souvislosti se solární energetikou se často skloňuje právě pojem akumulace, kdy během dne vznikají přebytky výroby nad spotřebou, a proto je vhodné solární elektrárnu doplnit o akumulační zásobník, který přebytečnou energii uloží na období pozdějšího odběru. Elektřina je komoditou, která vzniká za činnosti uhelných elektráren a tepláren, dále se pak elektřina vyrábí v plynových a paroplynových elektrárnách, jaderných elektrárnách nebo také díky elektrárnám využívající obnovitelnou energii. Na **obrázku č. 7** je zobrazen podíl jednotlivých paliv a technologií na výrobě elektrické energie v roce 2020. Fosilní zdroje, které se podílí na znečištění ovzduší, jsou v české energetice stále hojně zastoupeny.

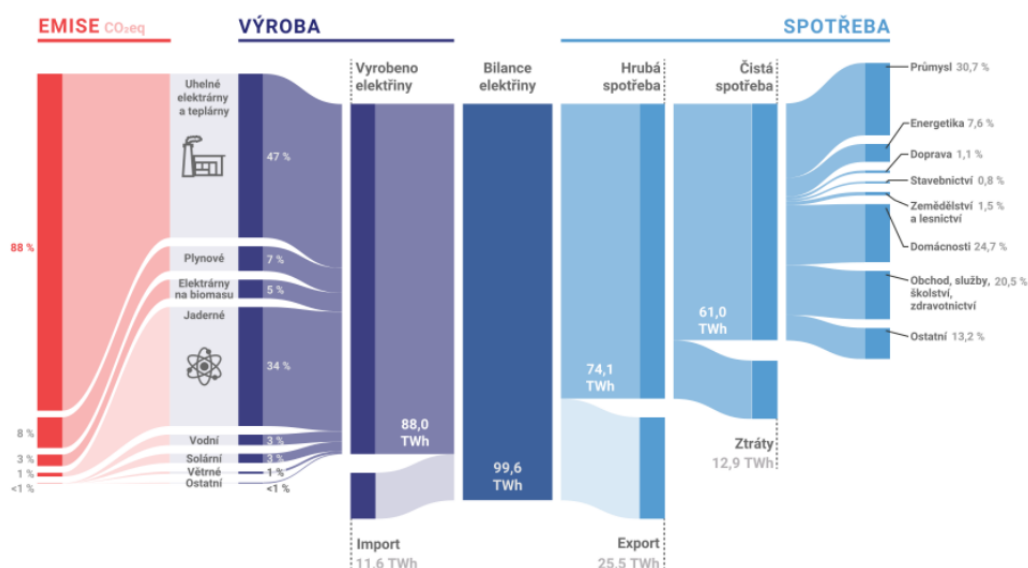
Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto - 2020



Obrázek č. 7: Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny v ČR

Zdroj: (ERÚ, 2021, online)

Tvrzení o negativním dopadu fosilních zdrojů na ovzduší potvrzuje následující graf na **obrázku č. 8**. Znázorňuje skladbu energetických zdrojů včetně celkových emisních dopadů a také včetně informací o využití elektrické energie. Dle obrázku v roce 2018 měly fosilní zdroje, tedy uhelné elektrárny, plynové elektrárny a teplárny, celkem 54% podíl na výrobě elektrické energie v ČR. Těchto 54 % celkových zdrojů se podílelo na 94 % celkových emisí při výrobě elektrické energie. Zde je vidět patrný nepoměr mezi dopadem na životní prostředí a výrobou.



Obrázek č. 8: Emise plynoucích z výroby elektrické energie v roce 2018 v ČR

Zdroj: (Fakta o klimatu, 2021, online)

Dle grafu na **obrázku č. 8** tedy zhruba 15 % vyrobené elektřiny v roce 2018 bylo získáno z obnovitelných zdrojů. Významné zastoupení má v energetickém průmyslu jaderná energie. Z grafu je dále možné vyčíst, že většina spotřebovávané energie je tuzemského původu a ČR exportovala lehce přes jednu čtvrtinu celkových zásob. Nejvíce elektrické energie bylo využito pro potřeby průmyslu, domácností, obchodu a služeb (Fakta o klimatu, 2021, online).

### **1.3.2 Teplárenství**

Teplárenství reprezentuje oblast energetiky, jejímž účelem je zabezpečení dodávek tepla za účelem vytápění a ohřevu vody. V ČR se nejvíce k těmto potřebám využívá výroba tepla pomocí spalování uhlí, zemního plynu a biomasy. K výrobě tepla slouží výtopny, kde se energetické zdroje přemění spalováním na teplo. Možnou alternativou jsou teplárny, které při spalování kromě vyrobeného tepla dokáží také vytvářet elektrickou energii. Teplo domácnostem je rozváděno ve formě páry či vody. Ve vytápěných objektech jsou instalovány stanice, kde přiváděné teplo ohřívá vodu pro topný okruh. Tepelný okruh v ČR je téměř 10 tisíc kilometrů dlouhý a skládá se vždy ze dvou potrubí, a to přívodného a vratného. Vyrobené teplo pak nejvíce slouží pro účely domácností, ať už se jedná o topení jako takové, ohřev vody, vaření aj. (ERÚ, 2021, online).

### **1.3.3 Plynárenství**

Plyn je energetickou komoditou, která je v ČR získávána převážně importem ze zahraničí. Většina plynu, která do plynárenské soustavy ČR plyne, je z ní také odváděna. Dle dostupných údajů plyn slouží především ke spotřebě velkoodběratelů a domácností (ERÚ, 2021, online).

## **2 SOLÁRNÍ ENERGETIKA**

Solární energie patří mezi nevyčerpatelné zdroje energie. Jedná se o energii získanou prostřednictvím slunečního svitu, jenž dopadá na planetu Zemi. Množství slunečního svitu se dle lokace liší, tedy i potenciál tohoto alternativního zdroje energie. Solární energetika nemá nežádoucí účinky na prostředí, neboť ve srovnání s jinými zdroji neznečišťuje ovzduší při svém provozu. Nežádoucí vliv na životní prostředí je pouze spjat s výrobou a likvidací samotných solárních kolektorů.

### **2.1 Principy využití energie ze slunce**

Energii získanou ze slunce bychom mohli rozdělit na aktivní a pasivní. Pasivní získávání je proces, který není regulovaný. S některými způsoby získávání energie ze slunce se setkává lidstvo dennodenně. Jedná se například o zadržování tepla uvnitř budovy, které se tam dostává pomocí slunečního záření, jenž ohřívá danou místnost. Typickým příkladem jsou zimní zahrady či skleníky. Aktivním procesem je energie shromažďována a transformována pomocí fotovoltaiky nebo fototermických kolektorů.

#### **2.1.1 Fotovoltaické články**

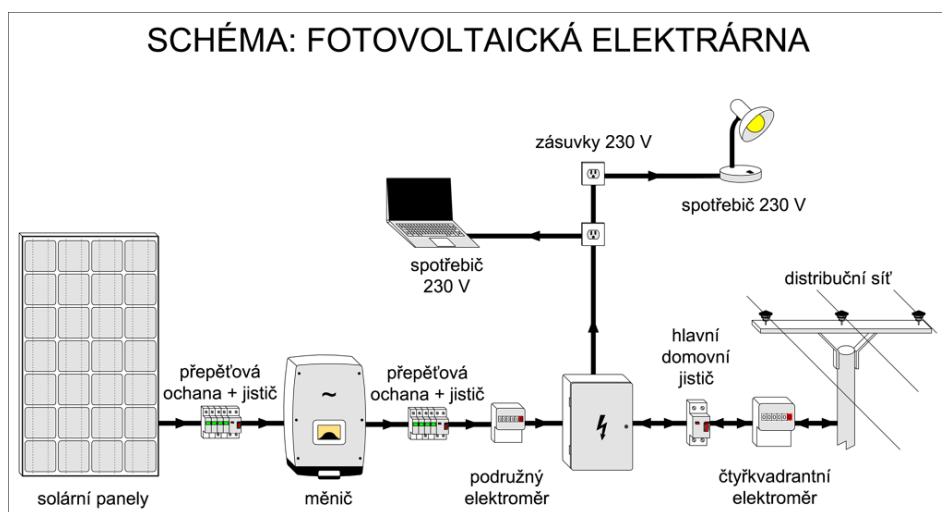
Solární články využívají k přeměně slunečního záření na elektrickou energii fotovoltaický efekt. Články jsou sestaveny tak, aby tvořily solární panel. Poprvé tento efekt byl pozorován francouzským fyzikem Alexandrem-Edmondem Becquerelem. Fotovoltaický efekt představuje proces, při němž vzniká napětí či elektrický proud v materiálu, který byl vystaven elektromagnetickému záření. První fotovoltaiky měly účinnost pouze okolo 1 %. Postupně se systém zdokonaloval (Lewis M., 2016, s. 7).

V současné době se používají fotovoltaické články s účinností okolo 20 %. Životnost fotovoltaických článků se pohybuje okolo 25 let. Návrh investice do fotovoltaických článků je závislá na jejich umístění. V případě optimální instalace solárních článků se jejich návratnost pohybuje s dotacemi mezi 4-8 lety, bez dotací je to obvykle 12-15 let.

Princip fungování fotovoltaického článku spočívá v průniku fotonů slunečního světla na polovodičový materiál. Po absorpci fotonu je jeho energie předána do elektronu. Dodatečná energie umožňuje elektronu volný pohyb polovodičem a zároveň produkuje teplo z jakékoli energie, která není absorbována. Tento faktor ovlivňuje účinnost fotovoltaiky (Mulvaney, 2011, s. 348).



Schéma fungování fotovoltaické elektrárny je zobrazené na **obrázku č. 9**. Fotovoltaické panely jsou pospojovány kabely a svedeny do budovy. Všechny spojené kabely jsou zapojeny do střídače či měniče. Toto názvosloví se v různých literaturách mění. Střídač je připojen na vnitřní rozvod budovy do hlavního či podružného rozvaděče na samostatný jistič. Střídač mění stejnosměrný proud s kolísavým napětím na střídavý proud nízkého napětí, na kterém je založen vnitřní rozvod budovy. Tímto způsobem je možné domácí spotřebiče napájet elektrickou energií získanou ze slunečního záření. Vzhledem k tomu, že solární energetika je velmi nestabilní zdroj z důvodu počasí a střídání dne a noci, je nutné přebytečnou energii akumulovat, například nabíjet baterie, či ji poskytovat do sítě.



**Obrázek č. 9:** Schéma fotovoltaické elektrárny

*Zdroj: (Solární experti, 2021, online)*

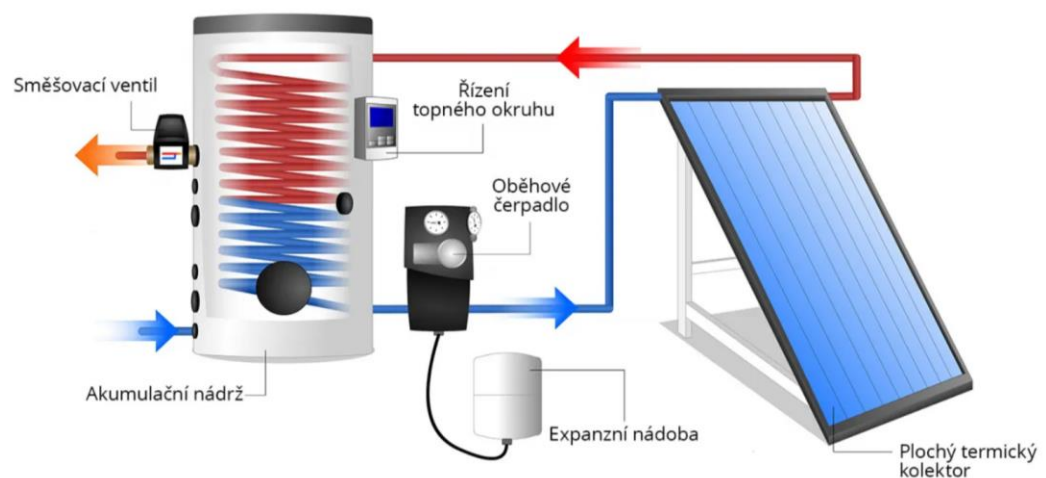
V roce 2009 došlo k dalšímu objevu, kdy byl vynalezen poloprůhledný solární článek, jenž nalezne své uplatnění na oknech domů, bytů či mrakodrapů, čímž se zvyšuje uplatnění tohoto druhu energie (Mulvaney, 2011, s. 350).

### 2.1.2 Sluneční termální kolektory

Sluneční energii kromě výroby elektrické energie lze využít k přeměně energie na horkou vodu. První patentovaný systém na ohřev vody byl prodán v roce 1891. Systém vynalezl Claence Kemp a nazýval se Climax. Následně probíhaly další vědecké experimenty, z nichž všešlo patentované řešení roku 1909, které oddělovalo topné zařízení od zásobníku vody. Na podobné bázi fungují termické systémy i dnes ovšem s větší účinností přeměny energie. Solární termální systémy se rozlišují na solární topné systémy a solární termální elektrická

zařízení. Solární termické systémy se využívají pro ohřev teplé vody, pro ohřev bazénů, pro vytápění či klimatizace (Mulvaney, 2011, s. 407-408).

Typický solární ohřívač se skládá ze solárního kolektoru a zásobníku vody. Solární kolektor je umístěn na vhodném místě, kde dopadá sluneční světlo, aby byla dosažena maximální účinnost. Sluneční záření ohřívá teplotnosnou kapalinu, která je odváděna do zásobníku s výměníkem pro získání užitkové či topné vody. Po upotřebení energie se voda vrací zpátky do zásobníku a proces se neustále opakuje. Studená voda proudí přes kolektor, kde je ohřata a následně se vrací zpět do zásobníku. Při dosažení maximálního tepelného zisku řídicí systém proces ukončí. Celé schéma je znázorněno na **obrázku č. 10**.



**Obrázek č. 10:** Solární termický systém pro ohřev vody

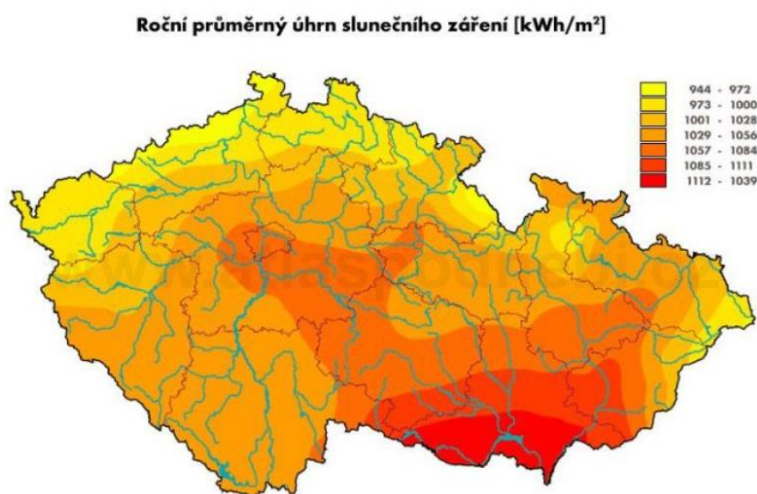
*Zdroj: (Vzdělávací portál ČEZ, 2020, online)*

## 2.2 Klimatické podmínky pro solární energetiku v ČR

Sluneční svit před dopadem na zem prochází jednotlivými obaly zemského pláště. Energetické využití sluneční energie limituje tzv. solární konstanta, která je  $1,4 \text{ kW/m}^2$ . Tato konstanta představuje zářivý výkon slunečních paprsků dopadajících na jeden metr čtvereční kolmo vůči slunečnímu záření. Aby bylo možné čerpat energii pomocí fotovoltaických či fototermických článků, musí paprsky projít přes tuto vrstvu a dostat se až na zemský povrch k solárním kolektorům. Výkon těchto přijímačů při překročení atmosféry a dopadu na zem zpravidla nepřekračuje hodnotu  $1 \text{ kW/m}^2$ . Při zatažené obloze se výkon snižuje až desetinásobně. Množství získané energie ze slunečního záření závisí především na přírodních podmínkách, zeměpisné poloze, počtu slunečních dnů a umístění

panelu. V ČR činí průměrný zisk z kolektoru o rozměru 1 m<sup>2</sup> zhruba 1 MWh ročně. V létě je energetický přínos solárních kolektorů čtyřikrát vyšší než v zimě (NaZeleno, 2019, online).

V ČR je nejvhodnějším místem pro výstavbu solárních panelů oblast jižní Moravy. Jedná se o lokaci s nejvyšším ročním úhrnem slunečního svitu. Je však důležité zmínit, že rozdíly v rámci ČR nejsou nijak markantní. Rozdíl mezi nejvhodnější a nejméně vhodnou oblastí pro výstavbu takovýchto elektráren činí zhruba 12% rozdíl v zisku energie ze slunečního svitu na základě dostupných údajů. Na **obrázku č. 11** jsou dané rozdíly graficky znázorněny.



**Obrázek č. 11:** Mapa České republiky dle ročního úhrnu slunečního záření

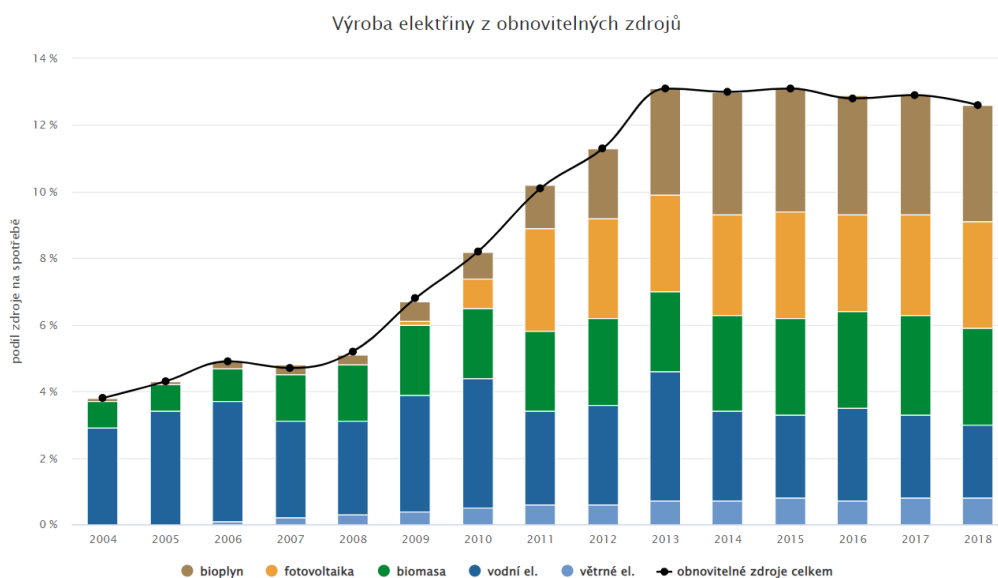
*Zdroj: (Isofenenergy, 2009, online)*

### **2.3 Porovnání rozvoje solární energetiky v ČR a zemích EU**

Instalace přijímačů slunečního záření před rokem 2008 byla ve velké míře vzácností. Velký zlom nastal v roce 2008. ČR reagovala na požadavky EU navýšit podíl obnovitelných zdrojů energie na celkové výrobě na 13 % do roku 2020. Byl zaveden zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů. Výrazný vzestup zájmu o výrobu vlastní energie pomocí fotovoltaických panelů byl zapříčiněn snížením pořizovacích nákladů díky podpoře státu. Vláda stanovila minimální výkupní ceny pro elektřinu z fotovoltaiky dodávanou do sítě, což pro vlastníky takových elektráren představovalo rychlou návratnost investice. Zároveň byl systém doplněn o tzv. zelený bonus, jenž představuje odměnu pro výrobce energie, kteří dodávají energii do sítě z obnovitelných zdrojů. Tento zákon zajišťoval minimalizaci rizik investorů a zvyšoval jejich ekonomickou motivaci. Investoři, kteří investovali do fotovoltaiky v tomto období, měli zajištěné výkupní ceny po celou dobu technické životnosti, které jsou zároveň přizpůsobeny inflaci. Schéma této

státní podpory nerozlišovalo investory dle jejich velikosti či kapitálové síly. Schéma státní podpory po roce 2013 se výrazně změnilo, což mělo za následek nižší motivaci investorů investovat do fotovoltaiky. Stát snížil úroveň své podpory, což mělo za následek zvýšení doby návratnosti investice (Knápek, 2015, s. 95-97).

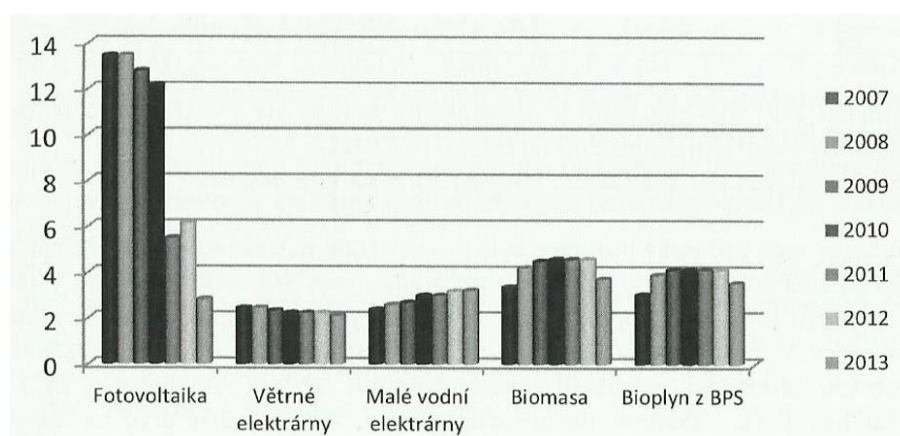
Graf na **obrázku č. 12** ukazuje prudké zvýšení podílu fotovoltaik na celkové výrobě elektřiny, což bylo vyvoláno již zmíněnými okolnostmi.



**Obrázek č. 12:** Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů

*Zdroj: (Dobrodružství fotovoltaiky, 2021, online)*

Na **obrázku č. 13** je v grafu zobrazen rozdíl mezi výkupními cenami jednotlivých druhů obnovitelných zdrojů energie v čase.

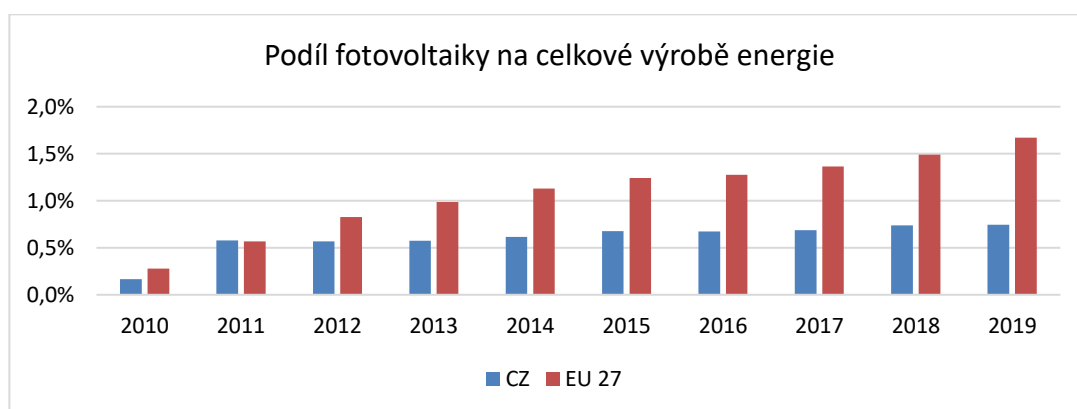


**Obrázek č. 13:** Vývoj výkupních cen OZE v Kč/MWh

*Zdroj: (Kříž, 2013, s. 104)*

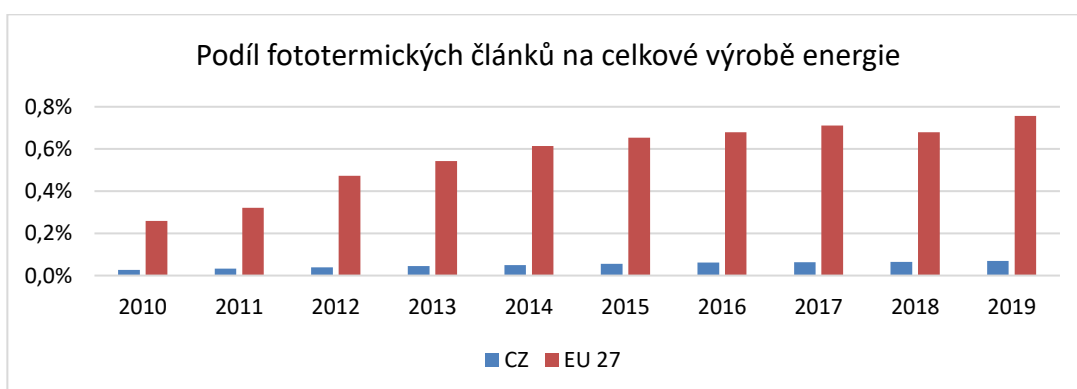
V roce 2011 nastal prudký pokles výkupních cen a zelených bonusů pro fotovoltaické elektrárny, jenž byl způsoben novelou zákona. Omezení vedlo k poklesu zájmu investorů o podnikání ve fotovoltaice. Po tomto období nastala stagnace a nový instalovaný výkon významně klesl. Tento zákon byl zrušen a v roce 2013 nahrazen zákonem č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, který specifikoval dotační podmínky a výkupní ceny (Kříž, 2013, s. 104).

Podíl fotovoltaických a fototermtických zdrojů na celkové výrobě energie se mezi členskými státy EU liší. Na základě dostupných dat z webu Evropské komise je zobrazen na **obrázcích č. 14 a 15** podíl těchto dvou způsobů sběru solární energie na celkovém množství vyrobené energie.



**Obrázek č. 14:** Podíl fotovoltaiky na celkové výrobě energie

*Zdroj: vlastní zpracování dle (European commission, 2021, online)*

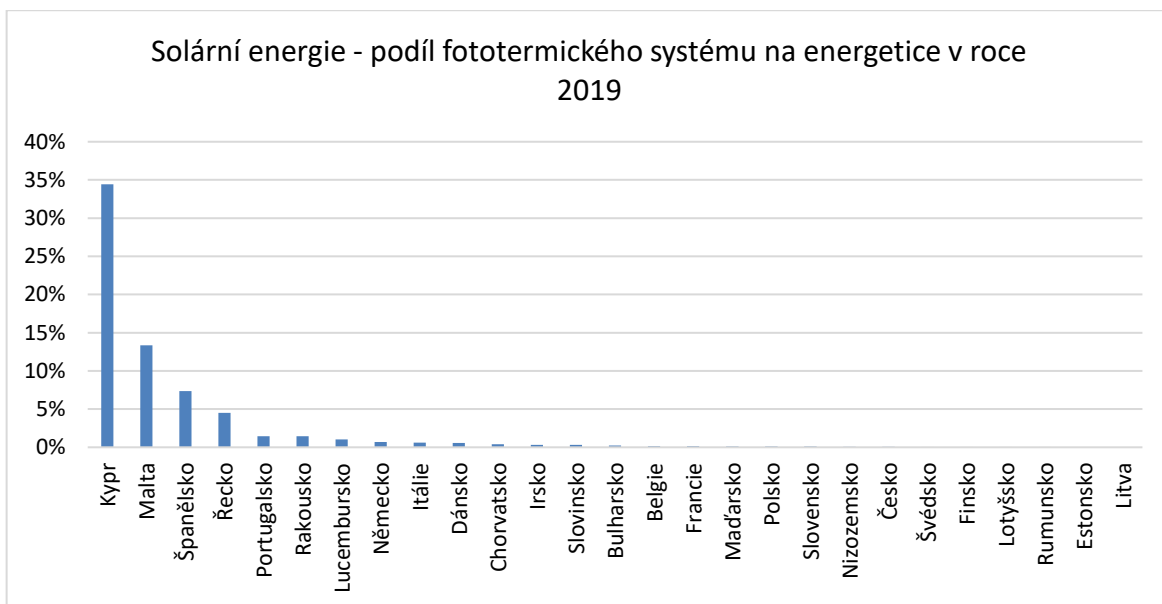


**Obrázek č. 15:** Podíl fototermtických článků na celkové výrobě energie

*Zdroj: vlastní zpracování dle (European commission, 2021, online)*

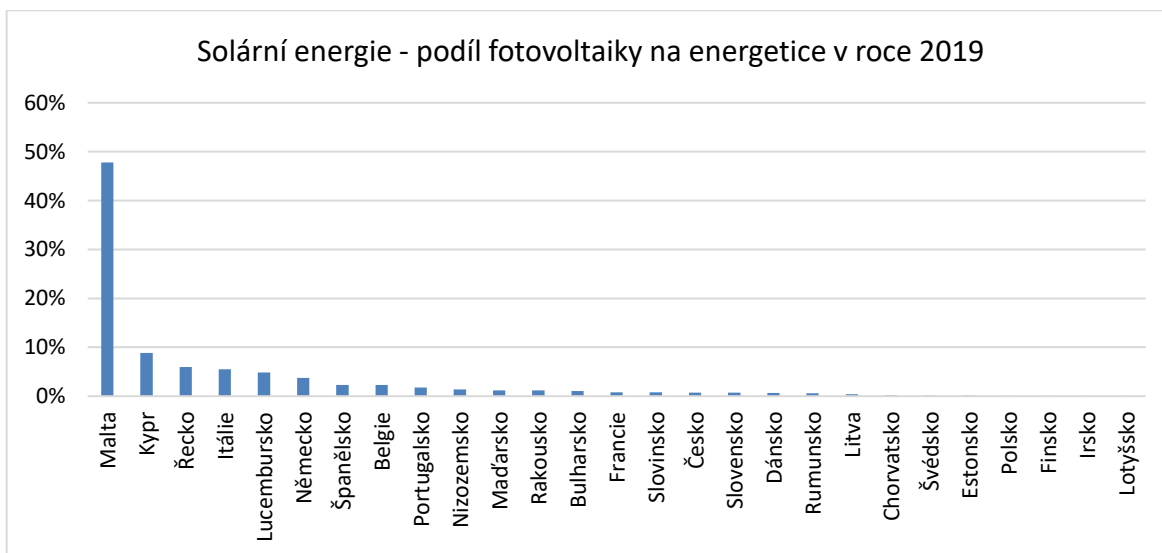
Na základě hodnot z obou výše zobrazených grafů je zřejmé, že podíl solárních zdrojů energie ČR v porovnání s ostatními členskými zeměmi je nižší. Výrazný rozdíl je především

v případě využití solární energie za účelem ohřevu vody v ČR v porovnání s EU. Pro účely srovnání České republiky s ostatními členskými zeměmi poslouží následující dva grafy na **obrázcích č. 16 a 17**, které zobrazují poslední dostupná data z roku 2019. V grafech je vyčíslen podíl jednotlivých druhů sběru solární energie na celkových energetických zdrojích dané země.



**Obrázek č. 16:** Solární energie – podíl fototermického systému na energetice v roce 2019

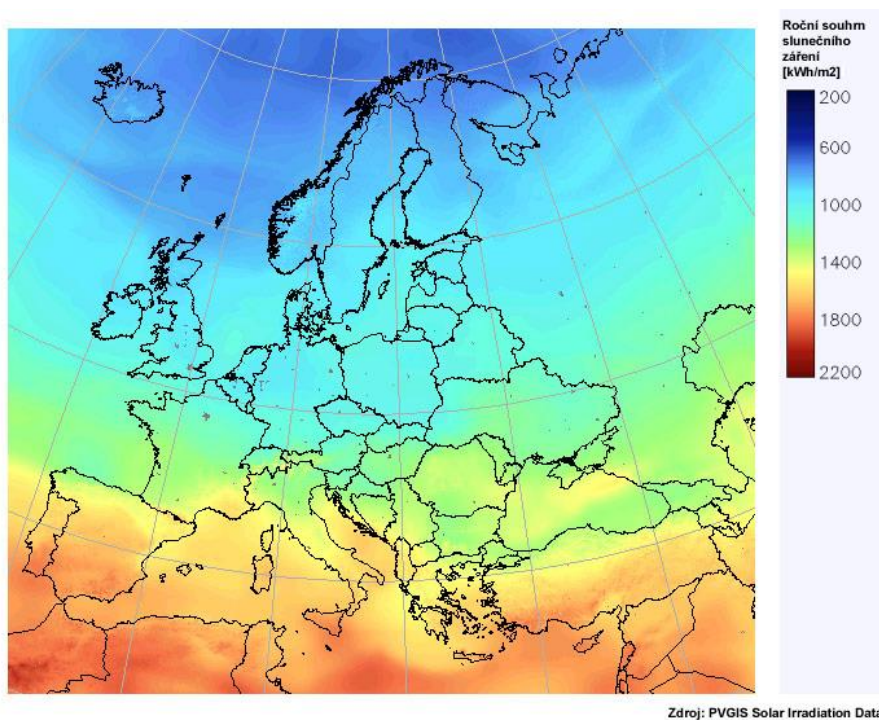
*Zdroj: vlastní zpracování dle (European commission, 2021, online)*



**Obrázek č. 17:** Solární energie – podíl fotovoltaiky na energetice v roce 2019

*Zdroj: vlastní zpracování dle (European commission, 2021, online)*

Jak je z grafů patrné, tak nejvyšší popularitě se solární systémy těší na území Malty a Kypru, kde zastávají na celkové spotřebované energii velký podíl. Na dalších pozicích, již s odstupem, jsou další přímořské státy jako Řecko, Španělsko, Portugalsko či Itálie. Větší zastoupení přímořských zemí v EU jistě souvisí s příznivějšími podmínkami pro uplatnění solární energetiky, neboť její účinnost směrem k rovníku roste. Tento poznatek vykresluje **obrázek č. 18**.

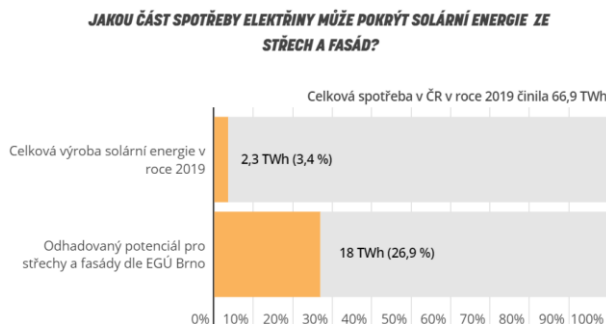


**Obrázek č. 18:** Roční úhrn slunečního záření v EU

*Zdroj: (NaZeleno, 2021, online)*

V současné době s tlakem na snižování emisí nastal globální rozmach zelené energetiky. V polovině roku 2021 byla schválena novela o podporovaných zdrojích energie, jenž se zaměřuje na rozvoj obnovitelných zdrojů energie. Rozvoj zelené energetiky je ze strany EU podpořen dotačními programy, jako například příspěvky z Fondu obnovy, který poskytne 180 miliard korun. Peníze budou zvláště vyčleněny pro podnikatelské subjekty a domácnosti. Instalovaný výkon do maximální výše 1 MW by měl být instalován přímo v místě spotřeby na střeše subjektů. Díky těmto dotacím Ministerstvo průmyslu a obchodu počítá, že stávající evropské cíle by měly být nejen splněny, ale celkový podíl obnovitelných zdrojů na produkci energie by měl být vzhledem k očekávání převyšeno. Cíl pro rok 2030 říká, že 22 % energie bude pocházet z obnovitelných zdrojů. Dle studií EGÚ Brno (**obrázek č. 19**) jsou současné cíle skromné, neboť potenciál je vyšší. Český plán počítá s 17% podílem solární energetiky

na celkové výrobě. Studie však říká, že by bylo možné pokrýt až 27 % spotřeby právě pomocí fotovoltaických přijímačů (Zachová, 2021, online).



**Obrázek č. 19:** Potenciál solární energie

*Zdroj: (Zachová, 2021, online)*

## 2.4 Legislativa a požadavky Evropské unie

Legislativní opatření pro oblast obnovitelných zdrojů shrnuje zákon č. 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie. Zákon se zabývá podporou OZE, druhotnými zdroji a kombinovanou výrobou elektřiny. Model podpory výroby elektřiny využívá kombinaci regulované složky ceny elektřiny a státní dotace. V případě tepla je financování ze strany státu podpořeno pouze státní dotací. Dle Národního akčního plánu ČR pro OZE jsou podporována pouze zařízení připojená do elektrizační soustavy. Podpora se liší dle velikosti a umístění. Povinně vykupujícím je subjekt dodavatel poslední instance. Je povinen výrobcí vykupovat elektřinu z OZE, která je podpořena ze strany státu a hradit výrobcí výkupní cenu. Podpora výroby tepla z OZE funguje na stejném modelu jako provozní podpora elektřiny z OZE (Kolektiv Autorů, 2020, s. 476).

Dne 1.1.2022 vešla v platnost novela zákona o podporovaných zdrojích, dle které vláda ČR určuje maximální výši středních a velkých zdrojů energie. Dle novely zákona bude i nadále umožněno využívat zelený hodinový bonus pro menší zdroje. Vláda zároveň s novelou bude cílit na udržení energeticky efektivních zdrojů tepla. Tyto změny mají za cíl přispět k naplnění evropských cílů v oblasti energetiky z OZE a zároveň mají za cíl podpořit jejich provoz formou snížení provozních nákladů. Dotace ze státního rozpočtu zůstávají na stejné úrovni.

Klimatické změny představují globální hrozbu. EU v souvislosti s touto hrozbou nastavuje tzv. Zelenou dohodu pro Evropu, jenž má vést k nulovým emisím skleníkových plynů v roce 2050. V roce 2030 má dojít ke snížení emisí skleníkových plynů o 55 % oproti roku 1990.



EU přijala soubor návrhů a ekonomických podpor, které mají napomoci k dosažení těchto cílů. Zelená dohoda pro Evropu má přinést ekologicky nenáročnou výrobu energie, delší životnost produktů, zdravé a cenově dostupné potraviny, zvýšení podílu energeticky soběstačných budov, čisté ovzduší, globálně konkurenceschopný trh aj. Energetika má 75% podíl na emisi skleníkových plynů v EU. Unie chce dosáhnout energetické neutrality, zabezpečit cenově dostupné a bezpečné dodávky energie, vytvořit jednotný digitalizovaný unijní trh s energií, zvýšit energetickou účinnost, snižovat energetickou náročnost budov a rozvíjet OZE (European commission, 2021, online).

Kromě klimatického plánu dochází v EU v současné době k implementaci Clean energy for all Europeans jednotlivými státy unie. Takzvaný Zimní legislativní balíček obsahuje celou řadu směrnic a nařízení, popisující transformaci energetického trhu Evropské unie. Jedním ze zásadních dokumentů je směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/944 ze dne 5. června 2019 o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektřinou. Tato směrnice obsahuje i řadu specifikací pro oblast nově definovaných energetických společenství. Členství v občanských energetických společenstvích by mělo být otevřeno všem kategoriím subjektů. Rozhodovací pravomoci v rámci občanského energetického společenství by však měly být omezeny na ty členy či podílníky, kteří nejsou zapojeni do komerční činnosti velkého rozsahu a pro něž odvětví energetiky nepředstavuje primární oblast ekonomické činnosti. Občanská energetická společenství ve smyslu této směrnice se považují za kategorii spolupráce občanů nebo místních subjektů, která by měla být uznávána a chráněna právními předpisy Evropské unie. Ustanovení o občanských energetických společenstvích nebrání existenci jiných občanských iniciativ, jako jsou například iniciativy vyplývající ze soukromoprávních smluv. Mělo by proto být možné, aby si členské státy pro občanská energetická společenství zvolily jakoukoli formu subjektu, například sdružení, družstvo, partnerství, neziskovou organizaci nebo malé a střední podniky, pokud takový subjekt může vlastním jménem vykonávat práva a mít povinnosti (Evropská Unie, 2019, online).

Článek 16 Směrnice 2019/944 vymezuje energetická společenství následovně:

1. Musí být zajištěn vhodný regulační rámec pro energetická společenství z důvodu:

- svobodné účasti občana v energetickém společenství
- možnosti vystoupení z energetického společenství
- udržení práv a povinností podílníků
- zajištění podmínek pro přenos elektřiny provozovatelem distribuční soustavy
- zajištění spravedlivých, přiměřených a transparentních postupů a podmínek

2. Dva členské státy EU mohou stanovit pro energetická sdružení, že:
  - mohou fungovat na přeshraniční úrovni
  - mohou pracovat s distribuční sítí v souvislosti s vlastnictvím, nákupem či pronájemem
3. Členské státy musí zajistit pro energetická sdružení, aby:
  - nemohlo dojít k diskriminaci pro energetická sdružení v souvislosti s přístupem na trh elektřiny, jeho činností, právy a povinnostmi
  - bylo zodpovědné za odchylky způsobené jeho činností
  - bylo zajištěno stejné zacházení jako pro aktivní zákazníky
  - bylo oprávněno ke sdílení elektřiny v rámci energetického sdružení
4. Členské státy zajistí následující skutečnosti, pokud se rozhodnou energetickým sdružením udělit právo na správu distribuční sítě:
  - právo uzavřít dohodu o provozu sítě občanského energetického sdružení
  - účtování síťových poplatků
  - zákaz diskriminace energetických sdružení vůči zákazníkům, kteří zůstávají připojeni k distribuční soustavě (Evropská Unie, 2019, online)

## **2.5 Dopady zavádění solární energetiky**

Expanze solární energetiky pro český průmysl může znamenat významný krok k nezávislosti na zdrojích. Nyní obnovitelné zdroje tvoří pouze malou část energetického portfolia, a proto je ČR závislá na importu primárních zdrojů energie ze zahraničí vzhledem k omezenému množství ostatních energetických alternativ. Jedná se konkrétně o dodávky především ropy a zemního plynu. Významnější rozvoj obnovitelných zdrojů energie spolu s plánovaným rozšiřováním jaderné energie v příštím desetiletí by postupně mohl vést k energetické nezávislosti, jež by měla vliv na zvýšení konkurenceschopnosti, zvýšení stability cen energie a zároveň by česká energetika nemusela čelit hrozbám výpadků dodávek. Výroba elektřiny ze solárních elektráren v podmínkách ČR nemůže uspokojit celkovou poptávku po elektřině, protože vlastní produkce probíhá pouze 1000 hodin/rok. Z toho důvodu je nutné doplnit fotovoltaické systémy vhodným akumulacním systémem a dalšími flexibilními zdroji, které pokryjí poptávku v časových obdobích, kdy výroba energie ze slunce dosahuje nižšího výkonu.

Z environmentálního hlediska jsou solární elektrárny bez dopadu na životní prostředí. Jedinou zátěží pro ekosystém je samotná výroba, neboť proces výroby solárních panelů je energeticky náročný a často jsou vyráběny právě za pomoci fosilních zdrojů. Dalším důležitým aspektem

je jejich recyklovatelnost na konci životnosti, která se pohybuje okolo 25 let. Recyklace použitých či rozbitých solárních panelů probíhá za vysokých teplot, díky čemuž jsou od sebe jednotlivé struktury odděleny. Dle získaných poznatků je až 97 % použitého materiálu na solární panely možno recyklovat a opětovně využít. Vše závisí na použitých technologiích při výrobě. V evropských zemích je brán zřetel na recyklaci, neboť je spjat s poplatky, které jsou účtovány za každý kilogram solárního panelu (Ekolist, 2021, online).

Solární energetika je udržitelným zdrojem, jehož výstavba by ovšem měla být vždy brána se zřetelem na krajinnou oblast. Oblasti průmyslových zón jsou typickou vhodnou lokací pro umístění těchto elektráren. Někdy se v praxi člověk setká i s nevhodně umístěnými elektrárnami na takzvané zelené louce, které mohou výrazně narušit ráz krajiny či místní vegetaci. Z uvedeného důvodu je vhodné před samotnou instalací brát v potaz i tento enviromentální faktor.

### **3 ENERGETICKÁ SPOLEČENSTVÍ V BYTOVÉM FONDU**

V této kapitole bude blíže definována problematika bytového fondu a možnosti využití solárních zdrojů v jeho podmínkách. Zároveň bude pozornost zaměřena k současné energetické náročnosti panelových domů v ČR.

#### **3.1 Skladba a energetika bytových domů v ČR**

Bytový fond představuje celek bytů určitých charakteristik. V tomto názvosloví se může jednat o český bytový fond, soukromý bytový fond či veřejný bytový fond. Soukromý bytový fond je možné rozdělit na další kategorie. Může se jednat o byty soukromých vlastníků, byty bytového družstva či podnikové byty využívané například pro komerční účely. Rozvoj bytových fondů představuje jeden z pilířů obecní samosprávy a politiky státu.

Dle dat z posledního sčítání lidu v roce 2011 v ČR existuje bezmála 4,8 milionu bytů. Z tohoto počtu bylo 90 % všech bytů obydlených. Na obydlenost je možné hledět z hlediska vlastnictví. Více než polovina, konkrétně 55,9 % obydlených bytů bylo v soukromém vlastnictví. Nájemci bylo užíváno 22,4 %, 9,4 % bylo družstevních bytů a 3,4 % bytů obývali rodinní známí vlastníků bytů. Oproti západním státům žije v ČR méně obyvatel v nájemních bytech. Průměrné stáří bytů se pohybovalo v roce 2011 okolo 50 let (Ministerstvo pro místní rozvoj, 2020, online).

V době komunistické éry probíhala masivní výstavba nízkonákladových panelových domů z hlediska jejich pořizovací ceny. Od počátku nového tisíciletí roste počet rekonstrukcí, které mají za cíl zvýšit energetický standard. Pokud takovýto typický panelový dům neprošel dnes již standardní rekonstrukcí spočívající v zateplení obálky budovy a výměně oken s cílem snížit potřeby vytápění, řadí se dle energetické náročnosti obvykle do kategorie D až G energeticky náročných budov. V případě, že taková investice byla provedena zvyšuje se energetický standard odpovídající energetické třídě B až C (ASB, 2022, online). Předmětem analýzy potenciálu solární energetiky v praktické části diplomové práce bude typický panelový dům, který byl postaven v předrevolučním období.

#### **3.2 Energetická společenství pro bytový fond**

Energetická společenství představují v oblasti bytových jednotek samostatný celek, jenž je částečně energeticky soběstačný a vyrábí energii pro svůj užitek. Výhodou energetických společenství je částečná nezávislost na dodavateli energií a z toho plynoucí dílčí

soběstačnost. Další nespornou výhodou je společenská odpovědnost. Za předpokladu energetické soběstačnosti pomocí obnovitelných zdrojů – solární energetiky – bude provoz bytového domu šetrnější k životnímu prostředí nežli v případě využití energie ze sítě, neboť za výrobou elektrické energie stojí ve velké míře fosilní zdroje, jak bylo uvedeno v první kapitole této diplomové práce. Pokud by bytová jednotka využívala ve větší míře obnovitelné zdroje, byla by svým provozem pro komunitu přínosnější.

Energetická společenství jsou spotřebiteli energie, kteří ji zároveň také vyrábí. Energetická společenství musí respektovat evropskou a českou legislativu. Jako nejvýhodnější typ energetických společenství se jeví forma družstva, spolku či společnosti s ručením omezeným. Každá z forem má vliv na řízení, tvorbu zisku či kontrolu. Energetická společenství jsou z podstaty zákona zakládána primárně kvůli hospodárnosti, enviromentálním a sociálně ekonomickým přínosům. Hlavním cílem energetického společenství není tvorba zisku. V současné legislativě není definováno, jak velkou část zisku musí energetické společenství využít na další aktivity a jak velkou část si může ponechat. Toto by se mělo v průběhu času změnit, neboť energetická společenství by neměla sloužit primárně za účelem zisku a mělo by se jednat až o druhotný faktor. Jedná se pouze o paragrafové znění návrhu nového energetického zákona, který navazuje na požadavky Evropské komise v rámci tzv. Čtvrtého energetického balíčku (Frank Bold, 2021).

V energetickém zákoně nejsou přesně legislativně vymezena společenství pro výrobu energie a tepla. Neformálně je ustanovena možnost sdružování se přes veřejnoprávní uskupení či obchodní společnosti. V této problematice je možné se setkat s formou microgridu, což představuje jedno sdružené odběrné místo, kterým jsou zákazníci a výrobci připojeni k distribuční soustavě. Popsaný přístup nepatří mezi preferované varianty sdílení elektřiny, protože koneční odběratelé ztrácejí práva spotřebitelů. V uvedeném případě pomocí centrálního odběrného místa mohou zákazníci poskytovat vyrobenou elektřinu do sítě a při nedostatku ji odebírat ze sítě. Tato forma se využívá v bytových domech. Microgrid není součástí lokální distribuční soustavy, a proto není nutné v případě této formy energetického společenství vlastnit licenci. Nevýhodou zmiňované formy energetického společenství je povinnost uzavření smlouvy o dodávce elektřiny pouze s jedním obchodníkem. Jednotliví zákazníci si nemohou zvolit dodavatele dle vlastní volby, ale musí všichni odebírat elektrickou energii z distribuční soustavy pouze od jednoho obchodníka (Doucha Šikola advokáti, 2020).

Pro vznik energetických společenství jsou v první řadě nutné samotné instalace fotovoltaických přijímačů energie, které následně přemění sluneční energii na elektrickou.

V bytových domech hovoříme o sdílení energie ze společného zdroje. Každá bytová jednotka musí být schopna změřit svou vlastní spotřebovanou elektrickou energii, která by měla být zaznamenána inteligentními elektroměry. Důležité je oddělit dobu, kdy bytová jednotka odebírá elektrickou energii z fotovoltaického zdroje a kdy ze sítě. Je nezbytné správně vyčíslit podíl jednotlivých energetických zdrojů (TZBinfo, 2021, online).

Druhou možností je příjem energie čistě pro účely jedné domácnosti. Každá domácnost využívá svůj vlastní zdroj a nevzniká tak v bytové jednotce či rodinném domě sdružené odběrné místo, kam by celková energie byla sváděna a následně distribuována. Toto je typické pro rodinné domy, kdy vlastníci domů instalují solární elektrárny obvykle na střechy domů a využívají nahromaděnou energii pro účely své vlastní domácnosti. Přebytková energie je odváděna do sítě. Tito aktivní zákazníci se označují pod pojmem prosumers.

### **3.3 Identifikace bariér energetických společenství**

Pro tvorbu energetických společenství v ČR existuje mnoho překážek, které musí tyto uskupení překonat, pokud chtějí vytvořit vlastní zdroj energie. Nejdříve se uskupení mohou setkat s finančními bariérami, které souvisí se získáním prostředků pro výstavbu výroby. Dle zahraničních zkušeností lze předpokládat, že většina takovýchto výroben bude spadat do kategorie malých projektů, kde jsou podpory vypisovány na dobu tří let. Tato časová dotace je velice malá pro organizace, jež ve svých řadách nemají zkušené energetiky z oboru. Uvedené období nezajišťuje dostatečně dlouhý prostor s neměnnými podmínkami pro přípravu projektové dokumentace, což může vést k poklesu zájmu bytových družstev o vytvoření vlastního zdroje energie. Pokud by forma podpory byla poskytována ze strany státu bez rozdílu pro komerční a nekomerční subjekty, je možné, že celá částka bude vyčerpána komerčními subjekty dříve, než se tato možnost dostane do povědomí běžných občanů. Další překážka spočívá ve znalosti možnosti investic ze strany občanů i finančních institucí. Bytová družstva a jim podobné subjekty z důvodu nižších finančních možností budou žádat o finanční podporu formou úvěru. Vzhledem k neznalosti dané problematiky se může žadatel setkat se zamítnutím žádosti o získání finančních zdrojů. V souvislosti se získáním finančních zdrojů by bylo potřeba ze strany státu zajistit speciální fondy či úvěry s výhodným úrokem, které by byly dosažitelné a ekonomicky efektivní i pro nekomerční subjekty. Další bariéra z hlediska financí spočívá v získání samotné dotace. Získání dotace s sebou nese předložení projektového plánu realizace investice, kterému většinou předchází diskuze s odborníkem v daném oboru, jenž je schopen připravit podklady v požadovaném rozsahu a s potřebnými náležitostmi, které jsou nezbytné

pro získání finanční podpory ze strany státu. Energetická společenství jako bytová družstva převážně nedisponují takovými odborníky, a proto budou muset najímat také pro tuto přípravnou fázi realizace investice poradce, což s sebou nese další finanční náklady. Pro rozvoj energetických společenství by opět byla vhodná iniciativa státu ve formě poradenství odborníky či vyškolenými pracovníky, které by odstranilo tyto překážky (Doucha Šíkola advokáti, 2020).

Další skupinou jsou právní bariéry, které souvisí s absencí zohlednění lokální výroby energie v energetické tarifní struktuře. V roce 2016 byl zveřejněn návrh Energetického regulačního úřadu k novým tarifním strukturám, který obsahoval stálé platby za jistič. Energetická společenství vyrábějící elektrickou energii by tak neprofitovala z vlastní iniciativy, protože by musela odvádět stejné poplatky jako ostatní odběratelé elektrické energie ze sítě. Distribuční síť v ČR je z 99 % centralizovaná a vlastněna třemi velkými českými poskytovateli elektrické energie. Většina zákazníků je připojena samostatně k distribuční síti přes vlastní odběrné místo. Je třeba změnit technická řešení připojení, aby mohla energetická společenství zajistit sdílení elektřiny bez distribučních poplatků. Cena za distribuci elektřiny je cenou regulovanou, kterou určuje Energetický regulační úřad. Do ceny se nepromítá distribuční vzdálenost, a proto není motivace ke sdílení elektřiny do sítě a její odběr poblíž místa jejího vzniku. Kromě distribuční vzdálenosti není v cenách distribuce promítnuto ani podstatně časové hledisko. Cena se pouze odlišuje na denní a noční provoz. Pevná tarifní struktura nemotivuje k tvorbě energetických společenství. Řešením by bylo zavedení dynamické tarifní struktury, jež by více reagovala na fáze dne v souvislosti s odběrem energie. Nižší distribuční poplatky mohou být benefitem pro energetická společenství v případě vytvoření lokální distribuční soustavy. Zřízení lokální distribuční soustavy vyžaduje dle české právní úpravy znalost energetické legislativy a podnikání v oboru, kterým většinou vlastníci bytových domů nedisponují. Samotné připojení lokální distribuční soustavy k centrální distribuční soustavě není problémem. Je povinností dle zákona, aby vlastník regionální distribuční soustavy připojil lokální distribuční soustavu. Podmínky připojení jsou v rukou vlastníka regionální distribuční soustavy, což dle zkušeností ze zahraničí je jednou z největších překážek pro zřízení energetických společenství. Bariérou pro vznik energetických společenství je kromě samotné know-how v souvislosti s výstavbou a získání dotací i samotná možnost vzniku takovýchto uskupení. V širší veřejnosti chybí celá řada informací k možnostem o sdílené vlastní energii. ČR postrádá poradenské firmy či informativní portály za účelem zřízení energetických společenství. Na těchto portálech by bylo vhodné vytvoření modelových případů, které by pomohly lépe pochopit a vytvořit motivaci pro občany k této formě investice do energie.

Další překážkou v tvorbě fungujících energetických společenství mohou hrát svou roli vztahy mezi jednotlivými společníky a administrativní zátěž spojená s tvorbou a fungováním těchto uskupení (Doucha Šikola advokáti, 2020).

Status zákazníka je jednou z hlavních bariér pro vznik energetického společenství. Status zákazníka je pro domácnosti velmi důležitý, neboť zaručuje, že v případě změny dodavatele energie nebudou s touto okolností spojeny žádné další poplatky. V energetických společenstvích v bytových domech, kde mají bytové jednotky sdružené odběrné místo, však panují obavy, že jednotlivým domácnostem v energetickém společenství nebude možné zachovat status zákazníka. V případě, že by chtěly vystoupit z tohoto uskupení, vznikaly by jednotlivým domácnostem problémy s tím spojené. Ministerstvo průmyslu a obchodu chce novelou zákona tuto nesrovnalost upravit, neboť to v bytových družstvech snižuje motivaci k vytváření energetických společenství. Dle definice současného zákona je zákazníkem pouze taková osoba, která nakupuje elektřinu pro vlastní užití v odběrném místě. Pokud tedy bytové jednotky mají sdružené odběrné místo, není zákazníkem každá domácnost, ale pouze sdružené místo. Řešením je žádost o nové odběrné místo, což je technicky možné, ale jednotlivým domácnostem tak vznikají dodatečné náklady. Pokud jsou domácnosti seskupeny ve sdruženém odběrném místě, ztrácejí tak nárok na nákup elektřiny v D tarifu, což znamená vyšší cenu za odebranou elektřinu. Současný energetický zákon by měl být tedy modifikován tak, aby lépe definoval pojem zákazník. Dále by měl zřetelně opravňovat jiná energetická uskupení, aby mohla dodávat elektřinu do sdruženého odběrného místa, čímž bude umožněno i čerpat elektrickou energii domácnostem, které se do energetického společenství nezapojí, nebo z něj vystoupí. Zároveň by vyhláška ERU č. 541/2005 sb. měla být upravena tak, aby do odběratele kategorie D spadalo i společenství vlastníků jednotek (TZBinfo, 2021, online).

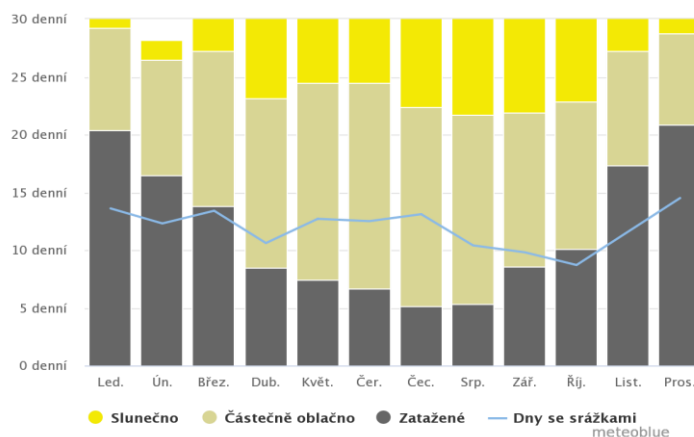
Organizace věnující se energetické problematice již řeší, jak zakomponovat evropské směrnice o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a směrnice o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektřinou do českého právního řádu. Tato skutečnost by mohla vést ke zvýšení podílu OZE na českém energetickém mixu, snížení cen energií, snížení energetické závislosti a obranu proti energetické chudobě (Frank Bold, 2021).



## 4 ENERGETIKA BYTOVÉHO DOMU

Pro analýzu ekonomického přínosu solární energetiky byl vybrán panelový dům ve městě Chrudim. Chrudim je město ležící ve východních Čechách na řece Chrudimce. Jedná se o druhé největší město v Pardubickém kraji, které se nalézá zhruba 10 km jižně od Pardubic. Z geografického hlediska se město nachází na rozhraní Polabské nížiny a Železných hor. Jeho nadmořská výška činí 240 metrů. Ve městě žije zhruba 23 tisíc obyvatel. V Chrudimi je několik velkých sídlišť s panelovou výstavbou, kterými jsou například sídliště Na Rozhledně, U stadionu a Větrník. Zároveň v posledních letech roste v tomto městě počet nově vznikajících malých sídlišť.

Pro výpočet potenciálu solární energetiky je nezbytné znát přírodní podmínky dané lokality. Město Chrudim spadá z hlediska zeměpisné šířky do mírného pásu. V létě denní teploty dosahují v této oblasti v maximech 25 stupňů Celsia. V zimě rtuť teploměru šplhá v maximech těsně nad úroveň bodu mrazu, zhruba na 3 stupně Celsia. Pro solární energetiky jsou nezbytné údaje související s úhrnem slunečního svitu. Dle následujícího grafu na **obrázku č. 20** je možné pozorovat výrazný rozdíl v počtu slunečných dní vzhledem k ročním obdobím. V letních měsících je potenciál solární energetiky nejvyšší, neboť slunečných dnů je nejvíce. Naopak v zimě je solární zisk nejmenší, protože zhruba dvě třetiny času z celého období je v Chrudimi obloha zatažená a energie může být vyráběna v omezeném množství.



**Obrázek č. 20:** Úhrn slunečního svitu ve městě Chrudim

*Zdroj: (Meteoblue, 2022, online)*

### 4.1 Současná skladba zdrojů

Panelový dům, pro který byl analyzován potenciál solární energetiky, se nachází na adrese U Stadionu 730-734, Chrudim. Dům je obdélníkového tvaru. Byl postaven v roce 1973. Skládá

se z pěti vchodů s devíti nadzemními podlažími. V panelovém domě je 125 bytů. Z tohoto počtu je 114 bytů obydlených a 11 neobydlených. V bytě je téměř rovnoměrné zastoupení bytů typu 1+1, 2+1, 3+1 a 4+1. V každém vchodu se nachází 25 bytů. Každá bytová jednotka má své společné prostory chodeb s vlastním výtahem. Obálka bytového domu je zateplena polystyrénem o síle 10 cm, což představuje pro vlastníky úsporu na vytápění. Zateplení bytového domu bylo realizováno v minulém desetiletí. Celková obálka budovy činí 8 196 m<sup>2</sup>. Pro budovu byl v říjnu roku 2014 vyhotoven energetický štítek, dle kterého se objekt řadí do kategorie C – úsporné jednotky. V rámci energetického štítku byly ohodnoceny i jednotlivé dílčí části spotřeby energie. V prvé řadě byla posouzena obálka budovy, která byla ohodnocena na energetickém štítku písmenem D. Dále je možné z energetického štítku vyčíst úspornost vytápění daného objektu, která dle hodnocení dosahuje velmi úsporné kategorie B. Z hlediska náročnosti byla dále hodnocena teplá voda a osvětlení. Tyto dílčí části spotřeby dle energetické náročnosti byly zařazeny do kategorie C (U stadionu č. p. 730-734, Chrudim, 2021).

#### **4.1.1 Tepelná energie**

Celý objekt je připojen na dodávku tepla od Elektrárny Opatovice, a. s., která se nachází nedaleko obce Opatovice nad Labem. Elektrárna soustřeďuje svou distribuci pro ohřev teplonosného média do měst Hradec Králové, Pardubice a od roku 1987 také do města Chrudim. Výroba probíhá formou kombinované výroby elektřiny a tepla. Topení pro tyto lokality bude pravděpodobně v příštích desetiletích nahrazeno decentralizovaným zdrojem s bližším umístěním k vytápěnému objektu. Teplárenství v ČR prochází významnými strukturálními změnami a vzhledem k přechodu z uhlí na jiná paliva lze předpokládat, že zdroje budou postupně umístěny blíže koncovým místům spotřeby, aby docházelo k menším tepelným ztrátám při distribuci tepelné energie.

#### **4.1.2 Voda**

Pro město Chrudim je dodávána voda společností Vodovody a kanalizace Chrudim a. s., která v Chrudimi a jeho okolí vlastní rozvodnou síť. Chrudim odebírá vodu z úpravny vody ve Slatiňanech. Jejím zdrojem je nádrž Křižanovice, odkud je voda dodávána přes elektrárenský převaděč Práčov. Spotřeba vody ve všech bytech je měřena vlastními vodoměry.

### 4.1.3 Plyn

Plyn je napojen z rozvodné sítě RWE, která zajišťuje distribuční rozvody plynu v této lokalitě. Objekt je připojen na nízkotlaké rozvody plynu a každý byt má vlastní plynoměr. Plyn se využívá pouze pro účely vaření.

### 4.1.4 Elektřina

Elektřina je dodávána z veřejné distribuční sítě společnosti ČEZ Distribuce, a. s. kabelovými rozvody na hladině nízkého napětí. Objekt je připojen pěti předacími místy, která jsou osazena pojistkovými skříněmi. Od těchto skříní je rozvedeno hlavní domovní vedení do elektroměrových rozvaděčů, které jsou umístěny ve společných prostorách objektu. Elektroměrové rozvaděče na patrech obsahují vždy měřicí zařízení pro měření všech spotřeb v daném patře. Bytové odběry jsou jednofázové s nižším charakterem spotřeby, protože v bytech se nenachází žádné spotřebiče s vyšším příkonem.

### 4.1.5 Celková energetická bilance panelového domu

V předchozích podkapitolách byly popsány jednotlivé zdroje energie pro bytové jednotky včetně dodávek vody, které panelový objekt využívá. Na základě získaných dat k jednotlivým bytům byla vyčíslena celková spotřeba elektrické energie panelového domu. Údaje o spotřebě vody jsou dostupné pro jednotlivé části panelového objektu. Největší položku v energetické bilanci tvoří teplo, které je fakturováno celému objektu na základě ročního vyúčtování. Spotřeba plynu byla vypočtena na základě získání dat z relevantního vzorku. Celkové výdaje za energii a vodu jsou vyčísleny v **tabulce č. 1** včetně celkových vynaložených nákladů za tyto zdroje (U stadionu č. p. 730-734, Chrudim, 2021).

**Tabulka č. 1:** Roční bilance spotřeby energií a vody

Bytová jednotka	Elektřina		Plyn		Teplo		Voda	
	Spotřeba (kWh)	Cena	Spotřeba (kWh)	Cena	Spotřeba (GJ)	Cena	Spotřeba (m <sup>3</sup> )	Cena
<b>730</b>	27291	220 378 Kč	26500	39 975 Kč	531,4	313 286 Kč	721	63 242 Kč
<b>731</b>	26059	212 012 Kč	26500	39 975 Kč	531,4	313 286 Kč	695	61 021 Kč
<b>732</b>	29188	230 925 Kč	26500	39 975 Kč	531,4	313 286 Kč	813	71 101 Kč
<b>733</b>	28491	227 306 Kč	26500	39 975 Kč	531,4	313 286 Kč	795	69 563 Kč
<b>734</b>	36763	274 243 Kč	26500	39 975 Kč	531,4	313 286 Kč	1084	94 252 Kč
<b>Celkem</b>	147792	1 164 863 Kč	132500	199 875 Kč	2657	1 566 430 Kč	4108	359 179 Kč

*Zdroj: vlastní zpracování dle (U stadionu č. p. 730-734, Chrudim, 2021)*

## 4.2 Parametry pro návrh lokálních zdrojů

Existují dvě možnosti zajištění nových energetických zdrojů s využitím sluneční energie. První možností jsou fototermické kolektory pro ohřev teplé užitkové vody. Druhou možností je fotovoltaika pro výrobu elektrické energie.

Pro obě možnosti lze využít kapacitu střechy. Instalace fototermických panelů by znamenala základní rekonstrukci rozvodů teplé užitkové vody v každém vchodu a v každé bytové jednotce. Úprava rozvodů teplé vody v objektu je možná, ale zvýší investiční náklady dané varianty. Další nákladovou položkou by bylo vybudování centrálních výměníků tepla, které by nejenom akumulovaly energii z fototermických panelů, ale zároveň zajišťovaly dodávku i v době, kdy nejsou vhodné světelné podmínky pro solární zisk z fototermických článků nebo je jejich kapacita nedostatečná. Pro nový způsob zajištění teplé vody by bylo nutné vybudovat zhruba pět izolovaných nádrží o kapacitě 3 m<sup>3</sup> s dodatečným zdrojem energie. Zásobníky nelze umístit na střechu dle statického posudku střešní konstrukce. V objektu je obtížné zajistit nový vhodný prostor pro umístění zásobníků ve společných sklepních prostorech. Neexistuje způsob, jak akumulární nádrže tak velkého rozsahu přesunout do společných prostor v jednotlivých vchodech. Pokud by se podařilo všechny stavební překážky vyřešit, existuje zde problém se zabezpečením teplé vody v okamžiku, kdy tepelný zisk fototermických kolektorů nebude dostačující. Jako alternativní energie pro ohřátí zásobníků lze použít plyn nebo elektřinu, ale ty jsou cenově dražší. Levnější variantou je využití dodávek tepelné energie z centrálního tepelného zdroje do nádrží přes výměník, což je predikčně i technologicky náročné. Tato varianta by byla velmi komplikovaná a předpokládala by velké dodatečné investice. Pro dodávku tepla a teplé vody z centrálního zdroje je uzavřena sdružená smlouva o poskytování služeb. V případě, že by nebyly dodávky teplé vody z centrálního zdroje zajišťovány, byly by ceny pro dodávku tepla dle dodavatele oceněny vyšší sazbou. Z těchto důvodů je analýza potenciálu solární energetiky věnována pouze fotovoltaice, která nevyžaduje instalaci výše zmiňovaných dodatečných technologií a nevýhodnou změnu smluvních vztahů v dodávkách tepla.

Celková spotřeba elektrické energie celého objektu byla vyčíslena dle **tabulky č. 1** na 147 792 kWh. Tato spotřeba bude rozložena do celého kalendářního roku dle metody typových diagramů dodávek (dále jen „TDD“) pomocí, kterých bude určena spotřeba elektrické energie v kalendářním roce rozložená do hodinových intervalů. Stejnou metodou bude vyjádřen potenciál solárního zisku dle velikosti fotovoltaického zdroje v hodinových intervalech. Porovnáním hodnot výroby a spotřeby v jednotlivých časových úsecích bude zjištěno, kolik

vyrobené elektrické energie bude moci být určeno ke spotřebě a kolik energie nebude využito. V bytových jednotkách nejsou k dispozici žádné spotřebiče, které by byly vhodné k řízení spínání v době výroby elektřiny z plánovaného fotovoltaického zdroje, neboť topení i teplá voda je zajištěna prostřednictvím teplárny. Z tohoto důvodu bude v případě přetoků elektrické energie zvažována instalace vhodné bateriové akumulace, která by v době přebytků výroby elektrickou energii akumulovala a dodávala ji v době, kdy fotovoltaický zdroj elektřinu nevyrábí. Technologie bateriové akumulace má garantovanou životnost pouze 10 let. Po této době parametry kapacity akumulace výrazně klesají, proto bude stanoven návrh akumulace a vypočtena její návratnost. Cílem bytových jednotek je využít maximum vyrobené energie pro vlastní účely, protože uvažované energetické sdružení nebude aktivním účastníkem energetického trhu a ocenění přetoků do sítě je velkým finančním rizikem. Vzhledem k rostoucímu počtu fotovoltaických elektráren lze predikovat, že vyrobená energie z fotovoltaických zdrojů se bude během dne zvyšovat, a tedy i množství potenciálních přetoků energií. Důsledek vysoké penetrace těchto zdrojů povede postupně ke snižování výkupních cen.

### **4.3 Elektrická energie**

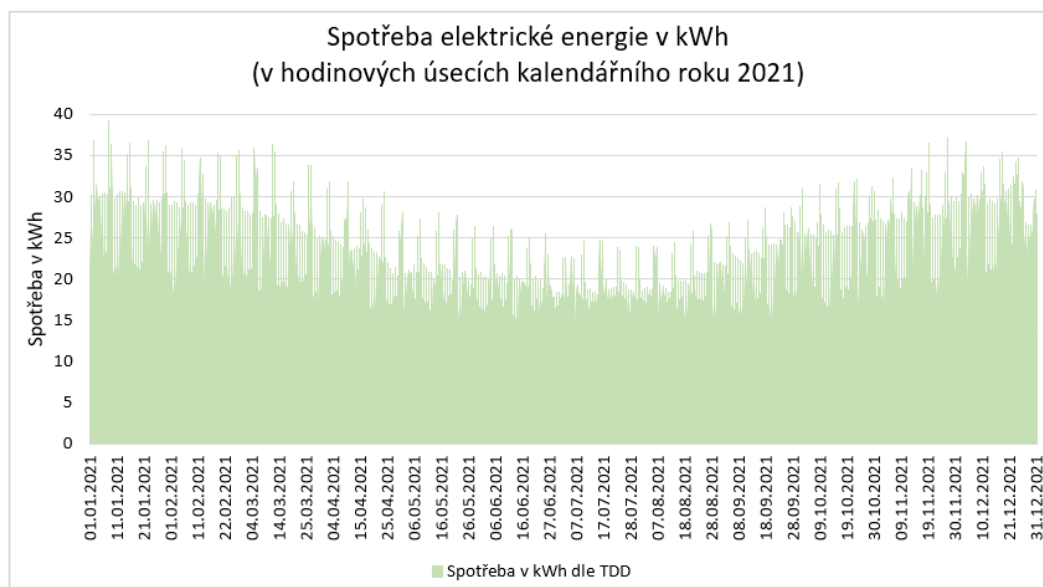
Elektrická energie daného objektu je měřena pomocí odečtu jedenkrát ročně. Pro možné určení potenciálu solární energetiky je nezbytné vyčíslit průběh spotřeby elektrické energie v hodinových intervalech kalendářního roku, aby bylo možné určit velikost objemu elektrické energie, kterou lze zabezpečit ze solární energetiky.

#### **4.3.1 Výpočet průběhu denní spotřeby elektrické energie**

Měření v objektu je zajištěno neprůběhovým měřením s dvanáctiměsíční periodou zpracování údajů a finančního vypořádání spotřeby. V současné době v ČR není povinnost instalace inteligentních měřidel elektřiny pro odběrná místa na napěťové hladině nízkého napětí. Instalace měřidel i vlastní odečítání se řeší podle vyhlášky 359/2000 Sb. Dle této sekundární energetické legislativy by byly průběhovým měřením měřeny pouze odběry na vyšších napěťových hladinách nebo nepřímé formy měření a všechny výrobní zdroje v ČR. Z těchto důvodů se pro zjištění průběhu odběru v rámci kalendářního roku využívá metoda TDD. Tato metoda slouží k rozložení spotřeby do hodinových časových profilů v průběhu celého kalendářního roku. Všechny odběry jsou na nízkém napětí rozděleny do osmi kategorií typových diagramů a každý rok jsou upřesňovány pro osm bývalých krajů v rámci ČR. Pro tuto diplomovou práci budou využity typové diagramy pro oblast východních Čech.

Vlastní metoda spočívá ve výběru 48 vzorků za každý typový diagram a pro každý region. Zprůměrováním těchto hodnot vznikne pro každý jednotlivý region jeden typový diagram, který slouží pro stejné charakteristiky odběru. Vlastní průběh spotřeby v odběrném místě bude zjištěn pomocí rozložení konečné spotřeby příslušným typovým diagramem. V tomto případě bude tedy rozložena celková spotřeba elektrické energie panelového domu 147 792 kWh do hodinových intervalů v kalendářním roce (Kolektiv Autorů, 2020, s. 403-404).

Následující graf na **obrázku č. 21** zobrazuje spotřebu elektrické energie v hodinových intervalech v průběhu roku 2021 dle metodiky TDD. Z grafu je patrné, že spotřeba elektrické energie v zimních měsících je vyšší než v letních měsících. V zimních měsících se v maximech spotřeba elektrické energie bytového domu pohybuje na úrovni 35 kW/h. V letních měsících maximální spotřeba šplhá pouze k 25 kW/h. Údaje vyplývající z grafu na **obrázku č. 21** jsou nezbytné pro účely výpočtu potenciálu solární energetiky.



**Obrázek č. 21:** Spotřeba elektrické energie vybraného objektu

*Zdroj: vlastní zpracování dle parametrů metody TDD (OTE, 2022, online)*

### 4.3.2 Výpočet finančních nákladů na elektrickou energii

Cena elektřiny je závislá na mnoha faktorech. Cenu ovlivňuje nabídka dodavatele, typ jističe, cena distribuce a související poplatky. Jelikož se zkoumaný objekt nachází ve východočeském regionu, jedná se zároveň o území, které pokrývá distribucí elektrické energie společnost ČEZ Distribuce, a. s. Pro výpočet ceny elektrické energie pro vlastníky či nájemníky budou použity ceny dle ceníku poskytovatele ČEZ, a.s. Odběr elektřiny lze sjednat na období jednoho, dvou, tří let či na dobu neurčitou. Pro každou skupinu se liší ceny odebírané elektřiny. Cena

odebírané elektrické energie vychází z platného ceníku pro rok 2022 za cenu elektrické energie s fixací na období dvou let. Cena elektrické energie se liší pro domácnosti a podnikatelské subjekty. Celková cena se skládá z obchodní ceny, distribuční ceny a poplatků. Ceník obsahuje distribuční sazby pro obě skupiny. Obchodní cena dodávané elektřiny se dělí na vysoký a nízký tarif. Nízký tarif představuje pro odběratele nižší cenu odebírané elektřiny. Jedná se o noční provoz, kdy cena za odebranou 1 MWh elektřiny může být levnější až o téměř 200 Kč než v době vysokého tarifu. Do distribuční ceny se opět promítá vysoký a nízký tarif spolu se stálou platbou za jistič. Zatímco cena dodávky a distribuce elektřiny je závislá na skutečném množství odebrané elektrické energie, cena za jistič je pevně dána dle typu jističe. K těmto položkám ještě musí spotřebitel přičíst daň, poplatky za systémové služby a například poplatek za podporu výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů. Ceníky společnosti ČEZ, a. s. pro domácnosti a podnikatelské subjekty je možné nalézt v **příloze č. 2 a 3** diplomové práce.

Dle získaných údajů o spotřebě jednotlivých odběrných míst v panelovém domě a ceníku společnosti ČEZ, a. s. byly vyčísleny celkové náklady za odebíranou elektřinu v průběhu roku v cenách roku 2022.

**Tabulka č. 2:** Náklady za elektřinu panelového domu

Bytová jednotka	Tarifní sazba		Celková spotřeba (kWh)	Cena Elektřiny
	Sazba	Počet el.		
730	D 01d	0	0	- Kč
	D 02d	25	25284	202 351 Kč
	C 01d	2	2007	18 027 Kč
731	D 01d	3	580	9 134 Kč
	D 02d	22	23697	186 343 Kč
	C 01d	2	1782	16 535 Kč
732	D 01d	1	416	4 458 Kč
	D 02d	24	26839	208 931 Kč
	C 01d	1	409	5 073 Kč
	C 02d	1	1524	12 463 Kč
733	D 01d	3	1691	16 184 Kč
	D 02d	22	24260	189 562 Kč
	C 01d	2	2540	21 559 Kč
734	D 01d	1	21	1 951 Kč
	D 02d	24	34529	252 900 Kč
	C 01d	1	549	6 001 Kč
	C 02d	1	1664	13 391 Kč
<b>CELKOVÁ SPOTŘEBA/CENA</b>			<b>147792</b>	<b>1 164 863 Kč</b>

*Zdroj: vlastní zpracování dle (ČEZ, 2022, online)*

Zjednodušená **tabulka č. 2** znázorňuje celkovou spotřebu a náklady na elektrickou energii s rozdělením na jednotlivé bytové jednotky a tarifní sazby. Do kategorie D v zobrazené tabulce jsou zahrnuty všechny byty nacházející se ve zkoumaném objektu. Kategorie C vyčísluje náklady po jednotlivých vchodech související se spotřebou elektrické energie ve společných prostorech.



## 5 ANALÝZA SOLÁRNÍ ENERGETIKY

V této kapitole budou porovnány údaje o potencionální výrobě z navržených variant solární elektrárny se stávající spotřebou. Bude vyčíslen rozdíl mezi příjmy a výdaji plynoucí z výroby vlastní elektrické energie pomocí investic do fotovoltaické elektrárny. U investic bude počítáno také s dotační podporou a se zohledněním faktoru času. Na druhé straně bude určena přepokládaná cena odebírané elektrické energie v čase. Energetické společnosti za předpokladu výstavby vlastního energetického zdroje nebude plně závislé na vývoji ceny elektrické energie, jenž se bude v čase měnit v souvislosti s inflací a nutné obměny zdrojů elektřiny v ČR. Lze přepokládat, že cena elektrické energie se bude měnit vzhledem k směřování EU k zelené energetice.

### 5.1 Užiténá plocha pro FVE

Pro objekt bude navržena solární elektrárna, která bude situována na střechu panelového domu. Střecha panelové domu disponuje celkovou plochou o velikosti 1330 m<sup>2</sup>. Celková plocha střechy ovšem neodpovídá celkové užiténé ploše pro výstavbu solární elektrárny. Na střeše se nachází vyústění výtahových šachet spolu s přístupy na střechu. Dále jsou na střeše panelového domu instalovány hromosvody. Je nezbytné zde zachovat přístup z důvodu oprav, revizí a jiných skutečností.

Solární panely jsou běžně v podmínkách ČR instalovány pod úhlem 45° za účelem dosažení maximální efektivity získané energie. Fotovoltaické kolektory budou instalovány s orientací na jih. Z nabídky na internetových stránkách byl vybrán pro analýzu fotovoltaický panel JA Solar 405 Wp Mono, který má rozměry 1722 x 1324 mm. Plocha jednoho solární kolektoru je tedy po zaokrouhlení zhruba 2,28 m<sup>2</sup>. Pokud je plánována výstavba solární elektrárny s nakloněním solárního panelu 45 stupňů, je nezbytné vypočítat určitou plochu, která nebude moci být využita z důvodu stínění. Celková potřebná plocha pro jeden solární panel byla tak navýšena na 3,22 m<sup>2</sup>. Z tohoto důvodu i se započítáním ploch, které nebudou moci být využity, se celková užiténá plocha zmenší o 30 %. Celková užiténá plocha tak čítá 931 m<sup>2</sup>. Na střechu bude možné nainstalovat 289 solárních panelů. Vzhledem ke znalosti maximální možné kapacity a výkonu jednoho solárního kolektoru lze vyčíslit, že maximální výrobní kapacita činí 117 kWp (ifTECH, 2021, online).



**Obrázek č. 22:** Střešní plocha panelového domu

*Zdroj: vlastní zpracování dle (Český úřad zemědělský a katastrální, 2022, online)*

Fotovoltaická elektrárna bude připojena do společných rozvodů bytového domu, které jsou ve vlastnictví vlastníků bytového domu. Fotovoltaická elektrárna bude mít vlastní předací místo osazené průběhovým měřením a příslušným jisticím prvkem podle výkonu lokálního zdroje. Jelikož výroba energie není přímo závislá na spotřebě, bude pro fotovoltaickou elektrárnu navržena forma akumulace elektřiny do bateriového úložiště. Bateriové úložiště bude navrženo na lithio-iontových bateriových komponentech, kompaktním frekvenčním měniči a řídicí jednotce. Baterie jsou ukládané do skříní s hlídanou termoregulací. Bateriové úložiště předpokládá vnitřní umístění s napojením do sítí nízkého napětí 240/400V. Měření akumulace v předacím místě bude zajištěno společným průběhovým měřením se zdrojem FVE a s vyhodnocením energetických toků v objektu. Účinnost akumulacních systémů se pohybuje okolo 87 %. Řízení nabíjení a vybíjení akumulace bude nastaveno na predikci sumy odběru energie všech odběrných míst s porovnáním okamžité výroby fotovoltaického zdroje. V době přebytků energie bude elektřina akumulována a dodávána do odběrů v době, kdy FVE nedodává energii do odběrných míst.

## 5.2 Návrh zdrojů z FVE

Dle získaného profilu spotřeby pomocí metody TDD, který je graficky uveden v podkapitole 4.3.1 na **obrázku č. 21**, byla vyjádřena spotřeba elektrické energie v hodinových intervalech v průběhu kalendářního roku.

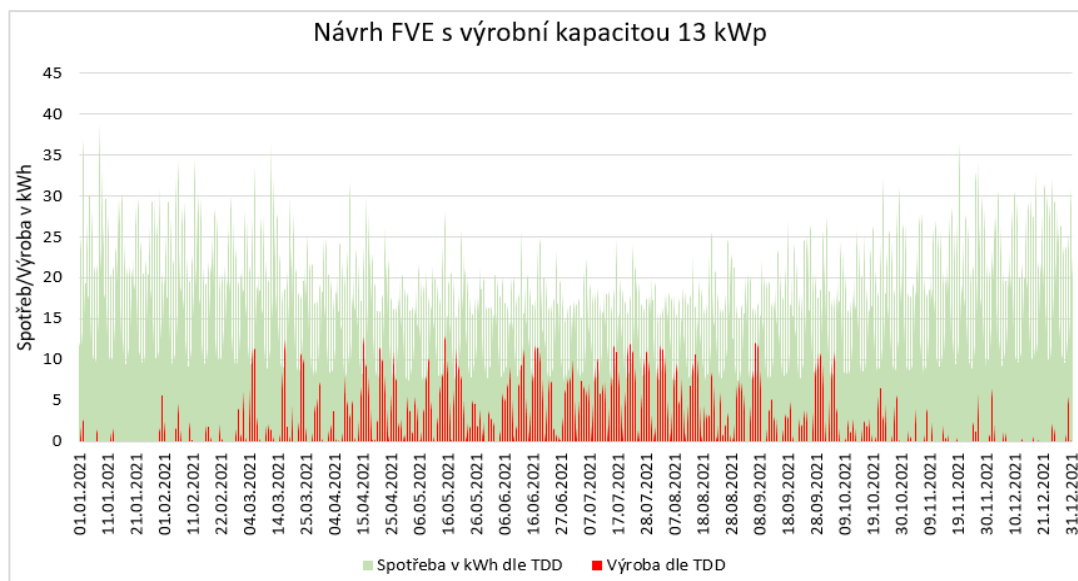
Maximální velikost fotovoltaické elektrárny se odvíjí od užité plochy. Maximální výkon solární elektrárny byl stanoven na 117 kWp. Celková spotřeba elektrické energie panelového domu byla v roce 2021 vyčíslena na 147 792 kWh, jak je uvedeno v **tabulce č. 1**.

Ve východočeském regionu je dle modelů OTE možné vyrobit z 1 kWp až 1150 kWh za celý kalendářní rok. S tímto ziskem je následně počítáno v rámci finanční analýzy (OTE, 2022, online).

$$\text{Výroba z FVE} = \text{Instalovaný výkon} * 1150 \text{ kWh}$$

Metoda TDD je mimo spotřebu, také určena k zjištění výroby elektrické energie z fotovoltaických panelů v hodinových intervalech v průběhu roku. Množství vyrobené energie závisí na lokaci dané výstavby a také samozřejmě na velikosti instalovaného výkonu. Byla zjišťována optimální velikost instalovaného výkonu vzhledem ke spotřebě v ročních obdobích. Byla porovnána spotřeba celkové elektrické energie s celkovou výrobou elektrické energie v hodinových intervalech dle metody TDD a dle velikosti instalovaného výkonu FVE. Na základě získaných dat byla vytvořena přehledová tabulka, která je vložena jako **příloha č. 1** této diplomové práce. Tato tabulka ukazuje v závislosti na velikosti FVE množství vyrobené elektrické energie z fotovoltaického zdroje, spotřebu elektrické energie z distribuční sítě, spotřebu elektrické energie z FVE a dále celkové množství přetoků elektrické energie. Přetoky elektrické energie vyjadřují množství elektrické energie, kterou výrobci nejsou schopni spotřebovat v okamžiku výroby a jeví se tak jako potenciál k akumulaci do zásobníku či jako komodita, kterou výrobci mohou prodat do distribuční sítě. Dle této tabulky zobrazené v **příloze č. 1** byly určeny tři investiční varianty, které budou analyzovány.

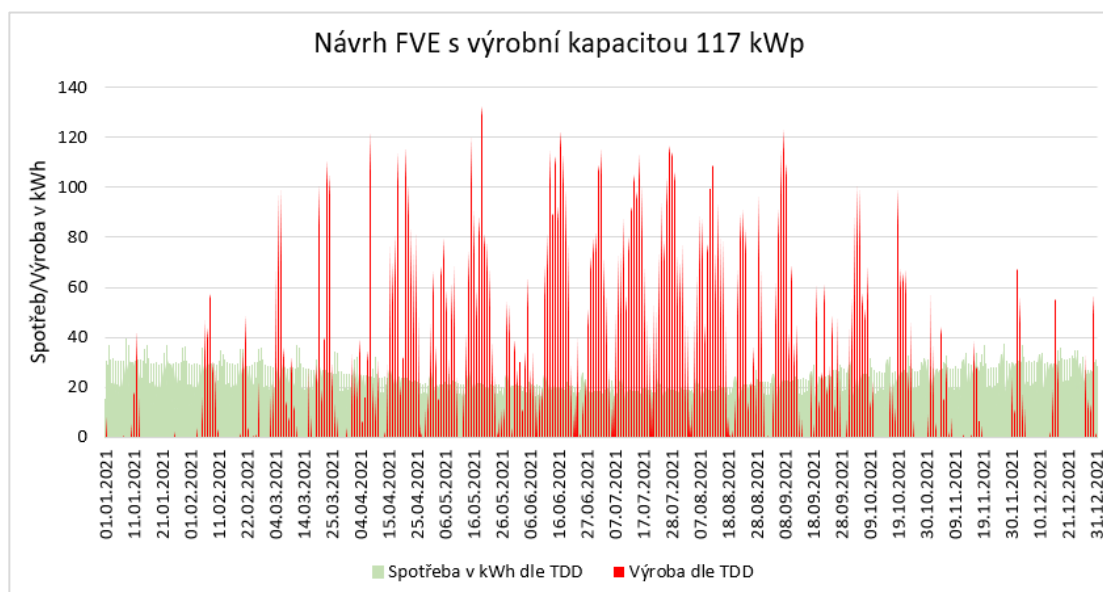
První varianta vychází z investičního záměru, kdy bude zamýšlena eliminace přetoků elektrické energie do distribuční sítě vzhledem k nejistému finančnímu zisku z této nevyužité výroby. V praxi se jedná o výstavbu takové solární elektrárny, která dle parametrů metody TDD nevyrobí ani v jednom hodinovém úseku během celého kalendářního roku více energie, než je v ten stejný moment dle metody TDD spotřebováno. Fotovoltaická elektrárna o výrobní kapacitě 13 kWp představuje investici do 32 kusů solárních kolektorů. Při této variantě bude 10 % spotřebované elektrické energie využito z vlastní zdrojů a 90 % bude pokryto dodávkou z distribuční sítě.



**Obrázek č. 23:** Výroba z fotovoltaiky dle metody TDD o kapacitě 13 kWp

*Zdroj: vlastní zpracování dle parametrů metody TDD (OTE, 2022, online)*

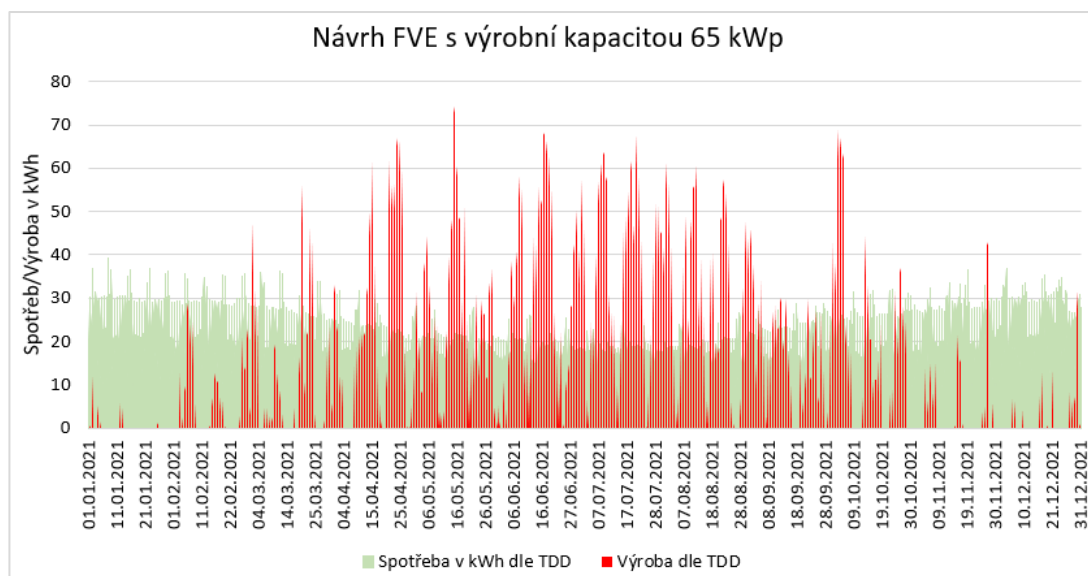
Druhou možností, kterou investor může zvolit je celková užitná plocha. V případě této volby bude instalován výkon 117 kWp. Tato varianta představuje instalaci 289 solárních kolektorů, které budou schopny během celého kalendářního roku pokrýt 31 % celkové spotřeby. V letních měsících bude výroba dosahovat hodnot až čtyřnásobku skutečné spotřeby. Výroba probíhá během dne, kdy takto velké množství není možné spotřebovat a bude muset být prodáno do sítě, či se tato přebytečná elektrická energie bude muset akumulovat.



**Obrázek č. 24:** Výroba z fotovoltaiky dle metody TDD o kapacitě 117 kWp

*Zdroj: vlastní zpracování dle parametrů metody TDD (OTE, 2022, online)*

Poslední zamýšlenou variantou je střední volba. V případě této varianty bude solární energetika pokrývat 27 % celkové spotřeby elektrické energie. Dle výstupu z analýzy TDD bude vyrobeno 46 % elektrické energie nad rámec spotřeby. Vlastníci mohou tuto energii akumulovat nebo ji prodat do sítě.



**Obrázek č. 25:** Výroba z fotovoltaiky dle metody TDD o kapacitě 65 kWp

*Zdroj: vlastní zpracování dle parametrů metody TDD (OTE, 2022, online)*

### 5.3 Rozbor vstupních parametrů finanční analýzy

Do analýzy potenciálu solární energetiky vstupuje celá řada proměnných, které musí být v čase vyčísleny, aby zjištěná efektivita vynaložených peněžních prostředků a provedená analýza byla maximálně přesná. Fotovoltaika nahrazuje částečně zdroj elektrické energie, za který investor nemusí platit výdaje v plné výši. Pro zjištění plynoucí úspory je tedy nutné predikovat cenu dodávky a cenu distribuce v čase, které budou částečně redukovány vzhledem k zajištění alternativního zdroje. Ostatní položky související s cenou elektrické energie bude muset odběratel platit nadále. Jedná se o daně, poplatky či příspěvky na OZE. V neposlední řadě může investor počítat se státní dotací z fondu Nová zelená úsporám. Výše podpory se ovšem mění vzhledem k velikost elektrárny a jiným skutečnostem.

#### 5.3.1 Cena zdrojů

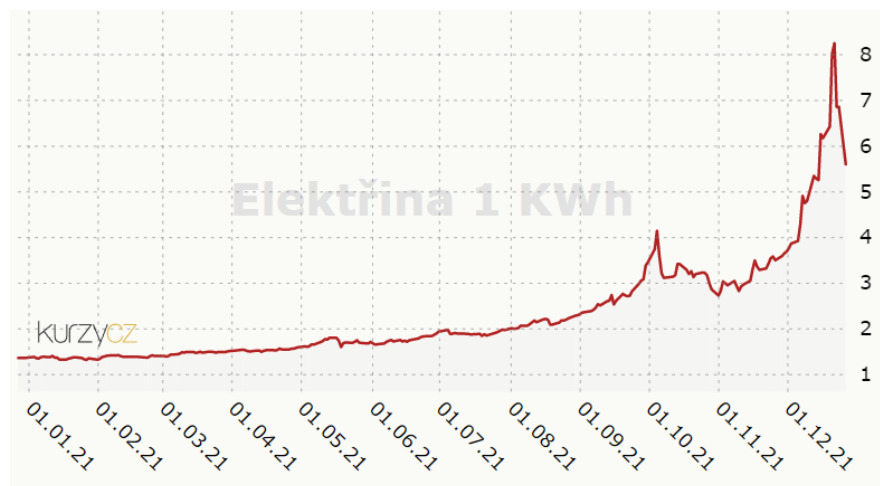
Pro investiční záměr byly vybrány z nabídky společnosti ifTech s.r.o. fotovoltaické články, které disponují výrobní kapacitou o hodnotě 405 Wp. Garantovaná životnost solárního panelu je 25 let (ifTECH, 2021, online).

Se samotnou instalací fotovoltaické elektrárny je spjata cena práce a další technické komponenty, aby bylo možné solární elektrárnu plně využít. Cena práce je závislá na nabídkách dodavatelů. Ceny za instalaci FVE jsou vytvářeny na základě individuální poptávky. Pro stanovení ceny práce byla využita kalkulačka z webové stránky Česká Solární s.r.o. Cena za jeden solární panel včetně práce za instalaci a potřebné komponenty je stanovena na 14 040 Kč. Dostupná kalkulačka počítá s instalací fotovoltaických panelů o výrobní kapacitě 360 Wp. Panely o nižší účinnosti by pro investora představovaly nižší pořizovací náklady. Při znalosti ceny za fotovoltaický panel o výrobní kapacitě 405 Wp byla odhadnuta cena fotovoltaického panelu o výrobní kapacitě 360 Wp. Tato odhadnutá cena byla odečtena od celkové ceny za fotovoltaický panel, jeho instalaci včetně potřebných komponentů. Cena práce spojená s instalací jednoho fotovoltaického panelu byla tak vyčíslena dle dostupné kalkulačky na 9 065 Kč. S touto cenou práce bude počítáno při investičních variantách (Česká solární, 2022, online).

Vzhledem k tomu, že některé investiční varianty obsahují přetoky elektrické energie, lze tuto přebytečnou elektrickou energii mimo přetoky využít k akumulaci. Akumulátor o kapacitě 300 kWh lze dle nabídky od společnosti Siemens, s.r.o. získat za cenu 4,4 milionu korun bez DPH. Tato cena bude upravena dle návrhu velikosti akumulárního uložení energie v jednotlivých variantách v rámci finanční analýzy (Siemens, 2021).

### **5.3.2 Vývoj a predikce ceny elektřiny**

Energetika se v současné době dostává do popředí medií a veřejností řešených témat z důvodu zdražování cen energie. V roce 2021 se například dostala do finančních potíží a následně zkrachovala firma Bohemia Energy. Na tuto firmu navázalo několik dalších lokálních dodavatelů energií. Firmy zkrachovaly z důvodu významného růstu cen energií, což zobrazuje graf na **obrázku č. 26**.



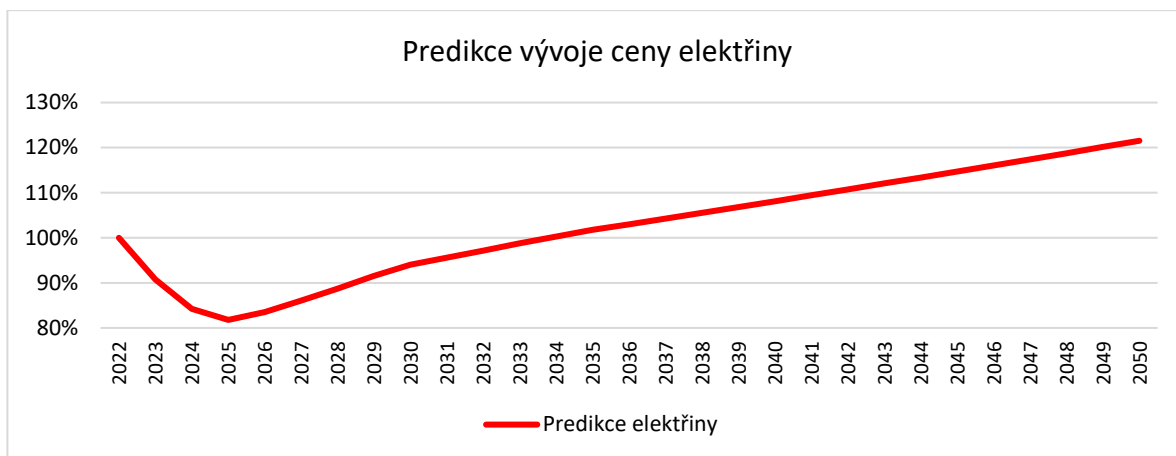
**Obrázek č. 26:** Vývoj ceny elektřiny

*Zdroj: (Kurzy, 2021, online)*

Historicky se cena pohybovala v rozmezí 1-2 Kč/kWh. Na sklonku roku 2021 se vyšplhala až na 8 Kč/kWh, což představuje pětinasobné navýšení ceny (Kurzy, 2021, online).

Situace na energetickém trhu je výrazně ovlivněna hned několika faktory. Jedním z prvních byla pandemie nemoci COVID-19, která utlumila provoz elektráren, jenž byl způsoben poklesem poptávky po energii. Řada těchto elektráren se po této situaci začala soustředit na požadavky EU v souvislosti se snižováním emisí skleníkových plynů a svůj provoz, již tak naplno neobnovily. Pokles nabídky elektřiny tak vedl k růstu ceny komodity. Obecně tlak na zelenou energetiku a růst cen emisních povolenek jsou jedním z hlavních faktorů této razantní změny v cenách energií. Ovšem nejedná se pouze o tyto faktory. Velké mocnosti, které dodávají do Evropy energetické zdroje, v těchto chvílích šetří své vlastní zásoby, čímž situaci v Evropě nezlepšují. Síť elektráren na zelenou energetiku zatím není tak rozvinutá ve všech zemích Evropy, aby mohla krátkodobé výkyvy plně nahradit (Kurzy, 2021, online).

Odborná veřejnost věnující se energetické problematice očekává v horizontu několika let postupné zlepšení situace na energetickém trhu. V následujících letech by mělo dojít k částečnému poklesu ceny. Následně by elektřina měla opět růst ovšem mírnějším tempem, než se tomu tak děje v současné době. Vývoj ceny elektrické energie byl nastaven dle kvalifikovaného odhadu poradenské společnosti zaměřené na elektroenergetiku EGÚ Brno, a. s. Následující graf na **obrázku č. 27** zobrazuje predikce cen elektřiny, kdy současná cena odpovídá 100 %. Dle zobrazeného trendu je patrné, že v následujících letech je očekáván pokles cen, který by měl od roku 2025 začít opět růst.



**Obrázek č. 27:** Predikce ceny elektřiny

*Zdroj: vlastní zpracování dle dat (EGÚ Brno, 2022)*

Pro určení ročních úspor zapříčiněných instalací FVE je důležité znát aktuální průměrnou cenu dodávky elektřiny a její distribuce, která bude v čase diskontována. **Tabulka č. 3** zobrazuje počet bytových jednotek a společných prostor dle tarifních sazeb a jejich celkovou spotřebu elektrické energie. V posledních dvou sloupcích se nachází ceníková cena za 1 MWh dodávky a distribuce elektřiny s fixací na dva roky.

**Tabulka č. 3:** Spotřeby elektřiny panelového domu dle tarifních sazeb

Tarifní sazba	Počet elektroměrů	Celková spotřeba (kWh)	Cena dodávky (1 MWh)	Cena distribuce (1 MWh)
D 01d	8	2708	3 570 Kč	2 605 Kč
D 02d	117	134609	3 570 Kč	1 977 Kč
C 01d	8	7287	3 891 Kč	3 195 Kč
C 02d	2	3188	3 891 Kč	2 590 Kč

*Zdroj: vlastní zpracování dle (ČEZ, 2022, online) a (U stadionu č. p. 730-734, Chrudim, 2021)*

Dle **tabulky č. 3** byla vytvořena **tabulka č. 4**, která zobrazuje vážený průměr cen dodávky a distribuce za 1 MWh pro celý panelový dům.

**Tabulka č. 4:** Průměrná cena za dodávku a distribuci elektřiny analyzovaného domu

Cena dodávky	3 593 Kč
Cena distribuce	2 095 Kč

*Zdroj: vlastní zpracování*

Hodnoty z **tabulky č. 4** budou využity při výpočtu ročních úspor v rámci finanční analýzy. Celková úspora bude diskontována pro každý rok a bude závislá na velikosti spotřeby elektrické energie z vlastních zdrojů a vývoji cen za dodávku a distribuci elektřiny, jejichž predikce byla popsána v této podkapitole.



### **5.3.3 Výkupní ceny z OZE**

Výkupní ceny z OZE představují zisk pro investora, jenž může svoji vyrobenou elektrickou energii, kterou není schopen spotřebovat, následně dodat do distribuční sítě. Výkupní ceny z OZE jsou závislé na nabídce a poptávce. Výkupní cena je sjednávána přímo mezi výrobcem a kupujícím. Dle dostupných údajů výkupní cena elektrické energie nabídky obchodníka Nano Green s.r.o. je stanovena na 1000 Kč/MWh. Vzhledem k rostoucímu zájmu o fotovoltaickou energii, která vyrábí elektřinu pouze za příznivých podmínek, je pravděpodobné, že výkupní ceny budou v následujících letech postupně klesat. Na trhu bude v určitý okamžik velké množství výrobců, kteří budou disponovat přetoky elektrické energie, což bude zvyšovat nabídku elektrické energie z přetoků, která bude pravděpodobně vést k převisu nabídky nad poptávkou, a tedy i k poklesu výkupní ceny. Při výpočtu roční úspory díky peněžním příjmům z přetoků elektrické energie do distribuční sítě je počítáno s meziročním poklesem výkupních cen o 2 % ve srovnání s rokem předcházejícím. Výkupní cena je nastavena dle nabídky obchodníka Nano Green, s.r.o. (Nano green, 2021).

### **5.3.4 Dotační program pro FVE**

Investice do FVE jsou podporovány z dotačního programu Nová zelená úsporám. O podporu může žádat společenství vlastníků, vlastníci stávajících bytových domů či pověřený vlastník. Výše dotace je závislá na základě velikosti instalovaného výkonu. Dotace z fondu Nová zelená úsporám se dělí do tří částí. Celková výše dotace může pokrývat maximálně polovinu pořizovací ceny investice.

#### **5.3.4.1 Podpora instalované výkonu**

Za 1kWp dostane žadatel 15 000 Kč. Výše podpory se odvíjí od typu instalovaného solárního panelu. Solární kolektory mají dle výroby výkon, kterým disponují. Pokud například společenství vlastníků investuje do čtyřech kusů fotovoltaických panelů o celkovém výkonu 1kWp dostane za tuto investici státní podporu ve výši 15 000 Kč.

#### **5.3.4.2 Podpora akumulace energie**

Dále je možné žádat o podporu na akumulaci energie. V době maximálního výkonu může vyrobená elektřina přesahovat současnou spotřebu. Nespoteřebovanou elektřinu lze nashromáždit v zásobníku pro pozdější využití. Akumulátory disponují rozdílnými kapacitami. V rámci aktuální dotační politiky má žadatel nárok na 10 000 Kč za 1kWh akumulačního zařízení. Výše dotace je tedy závislá na kapacitě akumulátoru.

### **5.3.4.3 Připojená bytová jednotka**

Celková suma poskytnuté dotační podpory do panelového domu je závislá na počtu bytů, které se v domě nachází. Za každou bytovou jednotku připojenou na solární zdroj dostává žadatel podporu ve výši 5 000 Kč (Nová zelená úsporám, 2022, online).

## **5.4 Investování do FVE**

Investování představuje proces, při němž investor vloží své finanční prostředky za účelem budoucích přínosů. Při investování je důležité vnímat časové hledisko, výnosnost, riziko a likviditu. Likvidita představuje schopnost přeměnit aktiva na peníze. Výnosnost udává, jaké zhodnocení může mít nabytá investice. Obecně platí, že čím vyšší výnosnosti daná investice dosahuje, tím vyšší riziko představuje. Zvážení těchto hledisek investování představuje pro investora skutečnost, podle které se musí rozhodovat. Investoři se liší dle míry rizika, kterou jsou schopni akceptovat (Synek, 2011, s. 280).

Tato práce je věnována investičnímu projektu, který lze definovat jako soubor technických a ekonomických studií, které slouží k přípravě, realizaci, financování a efektivnímu provozování navrhované investice. Každý investiční projekt se skládá z několika fází. První fází je předinvestiční fáze, která má za cíl definovat různé varianty, vybrat optimální variantu, navrhnout technická řešení a posoudit ekonomická specifika. Po této fázi následuje projektová část, která zahrnuje například projektovou dokumentaci, různá povolení, zadání poptávek a další potřebné doklady. Na základě výběru dané varianty a zpracování dokumentace probíhá samotná realizace investice. Po realizaci následuje provozování investice až po její ukončení. Během předinvestiční a projektové fáze jsou sestavovány rozpočty, které definují detailní plán nákladů. Také je vytvářen časový harmonogram realizace investice, ve kterém jsou jednotlivé úkony detailně rozpracovány a slouží investorovi a dodavateli investice ke kontrole uskutečňovaných činností (Valach, 2010, s. 58-59).

### **5.4.1 Návratnost FVE**

Výhodná investice je taková investice, která představuje přebytek peněžních příjmů nad výdaji se zohledněním faktoru času. Pro možnost určení časové hodnoty peněz využíváme v rámci financování metodu úročení, pomocí které stanovíme budoucí hodnotu současné částky. Diskontování znamená opačný postup. Pomocí těchto metod je možné určit současnou a budoucí hodnotu peněz, což umožní vyčíslit návratnost investice (Máče, 2006, s. 9-10).

Pro určení efektivnosti investice je důležitá její návratnost. Zpravidla by měla být doba návratnosti kratší, nežli je doba životnosti, aby peněžní příjmy z investice převýšily vynaložené výdaje. Doba návratnosti může být zkrácena, pokud se investovaná částka sníží o hodnotu dotace. Prostá návratnost se vypočítává pomocí vzorce (1) (Polách, 2012, s. 60).

Vzorec: **Prostá návratnost**

$$Ds = \frac{IN}{RU} \quad (1)$$

*Kde:*

$D_s$  – doba návratnosti

$IN$  – investiční výdaj

$RU$  – roční úspora plynoucí z investice

Při výpočtu návratnosti investice do FVE lze zohlednit i časovou hodnotu peněz. Vzhledem k tomu, že vlastníci bytové jednotky pravidelně přispívají do fondu oprav, je uvažovaná investice hrazena z vlastního zdroje. Diskontní míra představuje výnosovou míru, s kterou může investor počítat i v případě srovnatelných investičních příležitostí. Jednou z nejbezpečnějších investic za účelem zhodnocení vlastních zdrojů je nákup státních dluhopisů či investice na spořicí účet. Požadovaná diskontní sazba  $r$  byla stanovena na 1,45 % vzhledem k průměrnému zhodnocení těchto alternativních možností. Diskontovaná doba návratnosti je určena pomocí vzorce (2) (Polách, 2012, s. 73).

Vzorec: **Diskontovaná návratnost**

$$\sum_{t=1}^{DDS} \frac{CF_t}{(1+r)^t} = IN \quad (2)$$

*Kde:*

$DDS$  – diskontovaná doba návratnosti

$IN$  – investiční náklady

$CF$  – cash -Flow – projektu v roce  $t$

$r$  – diskontní sazba

$t$  – hodnocené období

$T$  – doba ekonomické životnosti projektu

Pravidlo:  $DDS < T$  – investovat ;  $DDS > T$  – neinvestovat

Jelikož v praxi diskontovaná návratnost nepředstavuje celé číslo, ale většinou se okamžik návratnosti nachází v rozmezí dvou let, využívá se po určení přesného okamžiku návratnosti lineární interpolace (Kožená, 2019, s. 86).

Vzorec: **Dopčet diskontované návratnosti (DN) pomocí lineární interpolace**

$$DN = (t - 1) + \frac{IN - \sum_{t=1}^{T\check{z}} \frac{CF_{t-1}}{(1+r)^{t-1}}}{\sum_{t=1}^{T\check{z}} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^{T\check{z}} \frac{CF_{t-1}}{(1+r)^{t-1}}} \quad (3)$$

*Kde:*

*T $\check{z}$  – doba ekonomické životnosti projektu*

*IN – investiční náklady*

*CF – cash -Flow – projektu v roce t*

*r – diskontní sazba*

*t – rok životnosti, kdy kumulované diskontované příjmy převyší investiční výdaje*

### **5.4.2 Rentabilita FVE**

Pokud návratnost investice bude vyšší než životnost FVE, lze uvažovat s potencionálním ziskem z této investice. Na základě získaných diskontovaných ročních úspor bude vyčíslen celkový případný zisk z této investice. Diskontovaný zisk z investice bude vyčíslen za pomoci níže zobrazeného vzorce čisté současné hodnoty, který se používá při hodnocení výnosnosti investic (Polách, 2012, s. 64).

Vzorec: **Diskontovaný zisk z investice**

$$\sum_{t=1}^{T\check{z}} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - IN \quad (4)$$

*Kde:*

*T $\check{z}$  – doba ekonomické životnosti projektu*

*IN – investiční náklady*

*CF – cash -Flow – projektu v roce t*

*r – diskontní sazba*

*t – hodnocené období*

## **5.5 Finanční analýza solární energetiky pro bytový fond**

V této kapitole bude vyčíslen ekonomický potenciál, návratnost a případný zisk jednotlivých dílčích investičních variant. Pokud daná varianta bude disponovat přetoky elektrické energie, tedy nebude moci být celková vyrobená elektrická energie spotřebována, bude vyčíslen potenciál akumulace elektrické energie.

### **5.5.1 Fotovoltaická elektrárna s absencí přetoků elektrické energie**

První varianta FVE byla navržena tak, aby nedocházelo k přetokům do distribuční sítě. FVE má celkovou výrobní kapacitu 12,96 kWp a je složena z 32 solárních kolektorů.

Vstupní hodnoty pro finanční analýzu jsou zaznamenány v **tabulce č. 5**, které byly vyčísleny na základě níže definovaných vzorců. Veškeré ceny v následujících tabulkách a výpočtech jsou uvedeny včetně DPH.

**Vzorce:**

$$\text{Výroba z FVE} = \text{Výkon kol.} * \text{Počet kol.} * \text{Maximální zisk z 1 kWp}$$

$$\text{Výroba z FVE} = 0,405 * 32 * 1150$$

$$\text{Úspora za dodávku} = \frac{\text{Spotřeba z FVE}}{1000} * \text{Cena za 1 MWh dodávky}$$

$$\text{Úspora za distribuci} = \frac{\text{Spotřeba z FVE}}{1000} * \text{Cena za 1 MWh distribuce}$$

$$\text{Cena FVE} = (\text{Cena kol.} + \text{Cena instalace}) * \text{Počet kol.}$$

$$\text{Dotace na FVE} = \text{Počet OM} * \text{Dotace za OM} + \text{Dotace za 1 kWp} * \text{Instalovaný výkon}$$

\* Maximální zisk z 1kWp dle parametrů metody TDD v podmínkách východočeského regionu

\* Cena za 1 MWh dodávky/distribuce elektřiny dle tabulky č. 4

\*Spotřeba z DS/Výroba z FVE byla stanovena dle parametrů metody TDD

**Tabulka č. 5:** Investiční varianta č. 1 – vstupní hodnoty

<b>VARIANTA Č. 1 MINIMALIZACE PŘETOKŮ</b>	
Kapacita FVE (kWp)	<b>12,96</b>
Počet kolektorů	<b>32</b>
<b>ROČNÍ VÝROBA/SPOTŘEBA</b>	
Výroba z FVE (kWh)	<b>14904</b>
Roční spotřeba elektřiny (kWh)	147792
Spotřeba z DS (kWh)	132888
Spotřeba z FVE (kWh)	14904
Spotřeba z DS %	90%
Spotřeba z FVE %	10%
Přetoky (kWh)	0
Přetoky %	0%
<b>ROČNÍ ÚSPORY ZA ELEKTRINU</b>	
Úspory za dodávku	53 555 Kč
Úspory za distribuci	31 226 Kč
<b>INVESTIČNÍ NÁKLADY</b>	
Cena kolektoru	5 595,6 Kč
Cena instalace včetně komponent	9 065 Kč
<b>Cena FVE</b>	<b>469 139 Kč</b>
<b>DOTAČNÍ PODMÍNKY</b>	
Počet bytových odběrných míst	125
Počet společných odběrných míst	10
Dotace za odběrné místo	5 000 Kč
Dotace za 1 kWp	15 000 Kč
Vypočtená dotace	869 400 Kč
Maximální výše dotace 50% z ceny FVE	234 570 Kč
<b>Skutečná výše dotace</b>	<b>234 570 Kč</b>

*Zdroj: vlastní zpracování*

Dle vstupních hodnot **tabulky č. 5** bude vyjádřena návratnost dané investice. Návratnost bude počítána nejdříve ve formě prosté návratnosti, kdy není zohledňován faktor času v souvislosti s peněžními příjmy plynoucími z investice a také diskontní výnosovou mírou. V rámci výpočtu návratnosti je výchozím ukazatelem roční úspora, která je stanovena dle následujícího vzorce:

$$RÚ = \text{Úspora za dodávku} + \text{Úspora za distribuci}$$

Roční úspora v roce  $t$  je stanovena dle aktuálního vývoje cen elektrické energie  $p_{EL}$ .

$$RÚ_t = RÚ * p_{ELt}$$

V **tabulce č. 6** je zaznamenána diskontovaná roční úspora. Pro výpočet diskontované doby návratnosti je uvažováno s cenou za elektrickou energii dle predikce společnosti EGÚ Brno, a. s., kde  $p_{EL}$  představuje vývoj ceny elektrické energie a  $r$  pevnou diskontní sazbu, která byla stanovena na 1,45 % po dobu životnosti investice. Ve sloupci  $\sum \frac{CF_t}{(1+r)^t}$  **tabulky č. 6** je zaznamenána kumulovaná roční úspora s přepočtem dle diskontní sazby pro daný rok, kde  $CF_t = RÚ_t$ . Dále je v tabulce zobrazen sloupec  $\sum CF-IN$ , ve kterém je vyčíslen diskontovaný zisk či ztráta v jednotlivých letech životnosti investice. Předposlední sloupec zachycuje taktéž diskontovaný zisk či ztrátu, avšak v tomto případě je počáteční investice snížena o hodnotu dotace. Poslední sloupec této tabulky vyjadřuje dle kvalifikovaného odhadu EGÚ Brno, a. s. predikci vývoje cen za elektrickou energii, kde současná hodnota odpovídá 100 %. Cena elektřiny by měla v následujících letech klesat a následně by měla začít opět růst. Dle predikce EGÚ Brno, a. s. bude cena elektrické energie o 16 % vyšší na konci životnosti solárních panelů oproti současným cenám. Tento odhad slouží k vyjádření roční úspory v jednotlivých letech životnosti investice.

**Tabulka č. 6:** Investiční varianta č. 1 – hodnoty k určení návratnosti a ziskovosti

ROK (t)		$\frac{CF_t}{(1+r)^t}$ ROČNÍ ÚSPORA	$\sum \frac{CF_t}{(1+r)^t}$ KUMULOVANÁ ROČNÍ ÚSPORA	$\sum CF-IN$ KUMUL. ROČNÍ ÚSPORA SNÍŽENÁ O INVESTICI	$\sum CF-(IN-DOT)$ ROČNÍ ÚSPORA SNÍŽENÁ O INVESTICI S DOTACÍ	$p_{EL}$ VÝVOJ CENY ELEKTRINY
0	2022	84 781 Kč	84 781 Kč	- 384 358 Kč	- 149 789 Kč	100%
1	2023	75 869 Kč	160 650 Kč	- 308 489 Kč	- 73 920 Kč	91%
2	2024	69 408 Kč	230 058 Kč	- 239 081 Kč	- 4 512 Kč	84%
3	2025	66 401 Kč	296 459 Kč	- 172 680 Kč	61 889 Kč	82%
4	2026	66 863 Kč	363 322 Kč	- 105 817 Kč	128 752 Kč	84%
5	2027	67 903 Kč	431 225 Kč	- 37 914 Kč	196 655 Kč	86%
6	2028	68 969 Kč	500 194 Kč	31 055 Kč	265 625 Kč	89%
7	2029	70 154 Kč	570 348 Kč	101 209 Kč	335 779 Kč	92%
8	2030	71 063 Kč	641 412 Kč	172 272 Kč	406 842 Kč	94%
9	2031	71 216 Kč	712 627 Kč	243 488 Kč	478 058 Kč	96%
10	2032	71 352 Kč	783 979 Kč	314 840 Kč	549 409 Kč	97%
11	2033	71 472 Kč	855 451 Kč	386 312 Kč	620 881 Kč	99%
12	2034	71 517 Kč	926 968 Kč	457 829 Kč	692 398 Kč	100%
13	2035	71 546 Kč	998 514 Kč	529 375 Kč	763 944 Kč	102%
14	2036	71 395 Kč	1 069 909 Kč	600 769 Kč	835 339 Kč	103%
15	2037	71 239 Kč	1 141 148 Kč	672 009 Kč	906 578 Kč	104%
16	2038	71 079 Kč	1 212 227 Kč	743 087 Kč	977 657 Kč	106%
17	2039	70 914 Kč	1 283 141 Kč	814 002 Kč	1 048 571 Kč	107%
18	2040	70 746 Kč	1 353 887 Kč	884 748 Kč	1 119 318 Kč	108%
19	2041	70 574 Kč	1 424 461 Kč	955 322 Kč	1 189 892 Kč	109%
20	2042	70 397 Kč	1 494 858 Kč	1 025 719 Kč	1 260 289 Kč	111%
21	2043	70 217 Kč	1 565 075 Kč	1 095 936 Kč	1 330 506 Kč	112%
22	2044	70 032 Kč	1 635 108 Kč	1 165 968 Kč	1 400 538 Kč	113%
23	2045	69 844 Kč	1 704 952 Kč	1 235 813 Kč	1 470 382 Kč	115%
24	2046	69 652 Kč	1 774 604 Kč	1 305 465 Kč	1 540 035 Kč	116%

*Zdroj: vlastní zpracování*

Pro určení prosté návratnosti investice byly dosazeny hodnoty do vzorce (1), který je uveden v podkapitole 5.4.1.

$$\text{Prostá návratnost (bez dotace)} = \frac{469\,139}{84\,781}$$

$$\text{Prostá návratnost (s dotací)} = \frac{(469\,139 - 234\,570)}{84\,781}$$

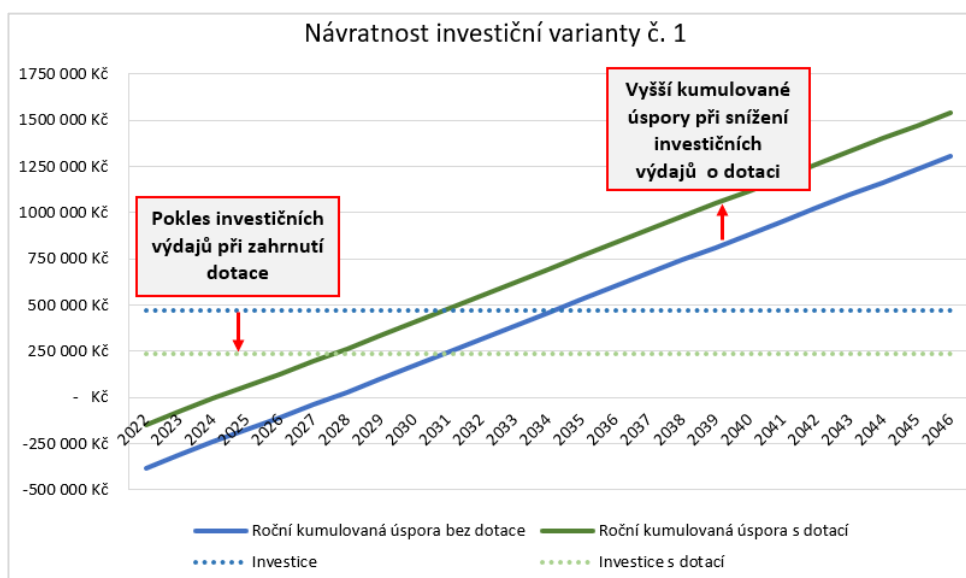
Přesná diskontovaná návratnost investice bude určena pomocí výše zobrazené tabulky. Pokud hodnoty ve sloupci  $\sum CF-IN$ , popř.  $\sum CF-(IN-DOT)$ , nabývají kladných hodnot, investice byla splacena. Diskontovaná návratnost bude zjištěna dle vzorce (2). Dle **tabulky č. 6** okamžik rovnosti mezi kumulovaným diskontovaným příjmem a investovanou částkou se nachází mezi 3 a 4 popřípadě 6 a 7 rokem životnosti investice v závislosti na využití dotace. Okamžik splacení bude vypočten pomocí lineární interpolace dle vzorce (3). Do vzorce bude dosazen rok, ve kterém nastane splacení investované částky, spolu s investovanou částkou

a kumulovanými diskontovanými úsporami v letech, mezi nimiž se přesný okamžik splacení investované částky nachází. Tato meziroční změna je barevně odlišena v **tabulce č. 6**.

$$\text{Diskontovaná návratnost (bez dotace)} = 6 + \frac{(469\,139 - 431\,225)}{(500\,194 - 431\,225)}$$

$$\text{Diskontovaná návratnost (s dotací)} = 3 + \frac{((469\,139 - 234\,570) - 230\,058)}{(296\,459 - 230\,058)}$$

Data z **tabulky č. 6** byly převedeny do grafu, jenž zachycuje vývoj kumulovaných diskontovaných úspor v čase s rozdělením pro investici bez dotace a s dotací.



**Obrázek č. 28:** Návratnost investiční varianty č. 1

*Zdroj: vlastní zpracování*

**Tabulka č. 7** zobrazuje ekonomické zhodnocení první varianty. Zisk je určen jako hodnota kumulovaných ročních úspor na konci životnosti investice dle vzorce pro určení čisté současné hodnoty investice (4).

**Tabulka č. 7:** Investiční varianta č. 1 – vyhodnocení

<b>VARIANTA Č. 1 MINIMALIZACE PŘETOKŮ</b>	
Kapacita FVE (kWp)	12,96
Počet kolektorů	32
<b>BEZ VYUŽITÍ DOTACE</b>	
Návratnost prostá	5,5
Návratnost diskontovaná	6,5
<b>Celkový zisk</b>	<b>1 305 465 Kč</b>
<b>S DOTACÍ</b>	
Návratnost prostá	2,8
Návratnost diskontovaná	3,1
<b>Celkový zisk</b>	<b>1 540 035 Kč</b>

*Zdroj: vlastní zpracování*



Diskontovaná návratnost je vyšší než návratnost prostá. Jelikož predikční model společnosti EGÚ Brno, a. s. předpovídá pokles ceny elektrické energie, tak diskontované příjmy se zohledněním faktoru času jsou nižší než v případě prosté návratnosti. Lze předpokládat, že v případě investičního záměru bude využita dotace na FVE. V tomto případě diskontovaná návratnost činí 3,1 roku. Investice po tomto okamžiku bude vytvářet stabilní ekonomický zisk. Celkový zisk, který byl vyčíslen jako součet ročních kumulovaných úspor, činí 1 540 035 Kč.

### 5.5.2 Investiční varianta s využitím maximální užité plochy

Druhá varianta investičního záměru spočívá ve využití maximální možné plochy k pokrytí solárními kolektory. Varianta představuje ve srovnání s předcházející variantou vyšší investiční náklady na vstupu. **Tabulka č. 8** shrnuje vstupní data druhé varianty.

**Tabulka č. 8:** Investiční varianta č. 2 – vstupní hodnoty

<b>VARIANTA Č. 2 MAXIMALIZACE UŽITÉ PLOCHY</b>	
Kapacita FVE (kWp)	<b>117,05</b>
Počet kolektorů	<b>289</b>
ROČNÍ VÝROBA/SPOTŘEBA	
Výroba z FVE (kWh)	<b>134602</b>
Roční spotřeba elektřiny (kWh)	147792
Spotřeba z DS (kWh)	101301
Spotřeba z FVE (kWh)	46491
Spotřeba z DS %	69%
Spotřeba z FVE %	31%
Přetoky (kWh)	88110
Přetoky %	65%
ROČNÍ ÚSPORY ZA ELEKTRINU	
Úspory za dodávku	167 059 Kč
Úspory za distribuci	97 405 Kč
INVESTIČNÍ NÁKLADY	
Cena kolektoru	5 595,6 Kč
Cena instalace včetně komponent	9 065 Kč
<b>Cena FVE</b>	<b>4 236 913 Kč</b>
DOTAČNÍ PODMÍNKY	
Počet bytových odběrných míst	125
Počet společných odběrných míst	10
Dotace za odběrné místo	5 000 Kč
Dotace za 1 kWp	15 000 Kč
Vypočtená dotace	2 430 000 Kč
Maximální výše dotace 50% z ceny FVE	2 118 457 Kč
<b>Skutečná výše dotace</b>	<b>2 118 457 Kč</b>

*Zdroj: vlastní zpracování*

Na střechu obytné budovy by bylo instalováno 289 kusů solární kolektorů o celkové výrobní kapacitě 117 kWp. Lze zde upozorovat znatelný rozdíl v množství vyrobené elektrické energie. Při této variantě by musel investor počítat s velkým množstvím elektrické energie, kterou v momentě výroby nedokáže spotřebovat. Tuto energii lze prodat do distribuční sítě, ovšem

příjmy z této aktivity v horizontu několika let pravděpodobně budou klesat a cílem společenství vlastníků bytového domu není vyrobenou energii prodávat do distribuční sítě, ale využít ji pro vlastní účely.

Parametry v tabulce byly vypočteny pomocí již využitých vzorců pro **tabulku č. 5** v rámci varianty č. 1. V případě této varianty opět vypočtená dotace převyšuje 50 % investičních nákladů. Maximální možná částka, o kterou si žadatel může zažádat dle podmínek programu Nová zelená úsporám, činí 2 118 457 Kč. V případě této varianty 65 % vyrobené elektrické energie z FVE obyvatelé panelového domu nejsou schopni spotřebovat. Nabízí se proto i forma akumulace nevyužité energie, kterou by bylo možné uložit do zásobníků a využít ji později. Potenciál akumulace elektrické energie se odvíjí od množství přetoků elektrické energie do distribuční sítě. **Tabulka č. 9** zobrazuje vstupní parametry pro výpočet její návratnosti.

**Tabulka č. 9:** Investiční varianta č. 2 – návrh akumulace elektřiny

<b>Návrh AKUMULACE pro FVE 117 kWp</b>	
Výroba z FVE (kWh)	134602
Roční spotřeba elektřiny (kWh)	147792
Spotřeba z DS (kWh)	101301
Spotřeba z FVE (kWh)	46491
Přetoky do DS (kWh)	88110
Počet dní s přetokem	268
Průměrný denní přetok (kWh)	329
<b>Akumulace</b>	
Kapacita ( kWh)	329
Celková cena akumulace (Kč)	5 473 738 Kč
Cena zapojení akumulace včetně dokumentace (Kč)	100 000 Kč
Účinnost akumulace v %	87%
Součet denních přetoků do výše 329 (kWh)	57050
Nevyužitá elektřina k akumulaci (kWh)	31060
Akumulovaný potenciál (kWh)	49634
<b>Vstupní hodnoty za rok</b>	
Cena za dodávku energie (MWh)	3 593 Kč
Cena za distribuci (MWh)	2 095 Kč
Úspora za dodávku (Kč)	178 351 Kč
Úspora za distribuci (Kč)	103 989 Kč
Provozní náklady akumulace (Kč)	3 000 Kč
<b>Dotace</b>	
Dotace za 1 kWh	10 000 Kč
Vypočtená dotace (Kč)	3 290 000 Kč
Maximální výše dotace 50% (Kč)	2 736 869 Kč
<b>Skutečná výše dotace</b>	<b>2 736 869 Kč</b>

*Zdroj: vlastní zpracování*

Pro určení hodnot v **tabulce č. 9** byly využity níže zobrazené vzorce.

**Vzorce:**

$$\text{Výroba z FVE} = \text{Výkon kol.} \cdot \text{Počet kol.} \cdot \text{Maximální zisk z 1 kWp}$$

$Akumulovaný\ potenciál = 87\% * Součet\ denních\ přetoků\ do\ výše\ 329\ kWh$

$$Úspora\ za\ dodávku = \frac{Akumulovaný\ potenciál}{1000} * Cena\ za\ 1\ MWh\ dodávky$$

$$Úspora\ za\ distribuci = \frac{Akumulovaný\ potenciál}{1000} * Cena\ za\ 1\ MWh\ distribuce$$

$Dotace\ na\ akumulární\ zásobník = Dotace\ za\ 1\ kWh * Instalovaný\ výkon$

\* Maximální zisk z 1kWp dle parametrů metody TDD v podmínkách východočeského regionu

\* Cena za 1 MWh dodávky/distribuce elektřiny dle tabulky č. 4

\*Spotřeba z DS/Výroba z FVE/Přetoky byla stanovena dle parametrů metody TDD

Celkové přetoky elektrické energie činí 88 110 kWh během celého kalendářního roku. Průměrný denní přetok elektrické energie byl vyčíslen na 329 kWh. S akumulární baterií disponující touto kapacitou je počítáno v analýze. Jelikož se během roku vyskytují dny, kdy potenciál k akumulaci je vyšší než skutečná kapacita akumulárního zásobníku, nemůže být akumulováno 100 % přetoků elektrické energie. Dle metody TDD bylo vyčísleno, že maximální akumulované množství elektrické energie při velikosti akumulárního zásobníku 329 kWh je 57 050 kWh. Jelikož akumulární zásobníky nedisponují 100 % účinností, ale mají pouze 87 % garantovanou účinnost výrobci, byl potenciál k akumulaci vyčíslen na 49 634 kWh.

Úspory plynoucí z akumulace spočívají v množství akumulované elektřiny, za kterou nebudou spotřebitelé platit dodavateli. V tomto případě tedy úspory lze vyčíslit jako celkový potenciál k akumulaci v MWh vynásobený cenou za dodávku energie. K tomuto číslu je nutné následně přičíst úsporu plynoucí z distribuce.

$$\sum \frac{CF_t}{(1+r)^t} = (Úspora\ za\ dod. + Úspora\ za\ dist. - provozní\ náklady) * \frac{p_{ELt}}{(1+r)^t}$$

Návratnost byla určena dle celkové ceny akumulace včetně dokumentace, která byla odečtena od ročních úspor za elektrickou energii, které byly sníženy o provozní náklady. Parametr  $p_{EL}$  (vývoj cen na energetickém trhu), který má vliv na růst či pokles ročních úspor, spolu s diskontní sazbou  $r$ , byly stanoveny po vzoru výpočtu návratnosti FVE. Návratnost byla vyjádřena také v případě využití dotace.

**Tabulka č. 10:** Investiční varianta č. 2 – návratnost akumulátoru

Návratnost akumulace pro FVE 117 kWp		
Bez dotace	Prostá	20,0
	Diskontovaná	23,8
S dotací	Prostá	9,8
	Diskontovaná	12,1

Zdroj: vlastní zpracování

Dle diskontované návratnosti s dotací bude akumulace splacena za 12,1 let. Garantovaná životnost akumulčního zásobníku je pouhých 10 let. Není vhodné doplňovat solární elektrárnu akumulčními zásobníky z ekonomického hlediska vzhledem k návratnosti. V případě druhé investiční varianty bude počítáno s využitím vzorců, které byly již použity při výpočtu prosté a diskontované návratnosti investiční varianty číslo 1. Jelikož v investiční variantě číslo 2 je výkon FVE vyšší než skutečná spotřeba, budou přetoky elektrické energie prodávány za cenu 1000 Kč/MWh. Výkupní ceny ( $p_{VCE}$ ) budou v následujících letech dle predikce klesat. V této investiční variantě bude roční úspora vyjádřena jako úspora za dodávku a distribuci elektřiny včetně zisků plynoucích z prodeje přebytečné energie do distribuční sítě. Roční úspora v jednotlivých letech životnosti investice ( $RÚ_t$ ) bude stanovena dle následujícího vzorce:

$$RÚ_t = (\text{Úspora za dod.} + \text{Úspora za dist.}) * p_{tEL} + \text{Zisk z přetoků} * p_{tVCE}$$

$$*RÚ_t = CF_t$$

**Tabulka č. 11:** Investiční varianta č. 2 – hodnoty k určení návratnosti a ziskovosti

ROK (t)	$\frac{CF_t}{(1+r)^t}$ ROČNÍ ÚSPORA	$\sum \frac{CF_t}{(1+r)^t}$ KUMULOVANÁ ROČNÍ ÚSPORA	$\sum CF - IN$ KUMUL. ROČNÍ ÚSPORA SNÍŽENÁ O INVESTICI	$\sum CF - (IN - DOT)$ ROČNÍ ÚSPORA SNÍŽENÁ O INVESTICI S DOTACÍ	$p_{EL}$ VÝVOJ CENY ELEKTRĚNY	$p_{VCE}$ VÝVOJ VÝKUPNÍ CENY ELEKTRĚNY
0 2022	352 574 Kč	352 574 Kč	-3 884 339 Kč	-1 765 882 Kč	100%	100,0%
1 2023	321 779 Kč	674 353 Kč	-3 562 560 Kč	-1 444 103 Kč	91%	98,0%
2 2024	298 730 Kč	973 083 Kč	-3 263 830 Kč	-1 145 374 Kč	84%	96,0%
3 2025	286 554 Kč	1 259 637 Kč	-2 977 276 Kč	-858 819 Kč	82%	94,1%
4 2026	285 293 Kč	1 544 930 Kč	-2 691 983 Kč	-573 526 Kč	84%	92,2%
5 2027	285 929 Kč	1 830 860 Kč	-2 406 054 Kč	-287 597 Kč	86%	90,4%
6 2028	286 735 Kč	2 117 595 Kč	-2 119 318 Kč	-862 Kč	89%	88,6%
7 2029	287 995 Kč	2 405 590 Kč	-1 831 323 Kč	287 133 Kč	92%	86,8%
8 2030	288 481 Kč	2 694 071 Kč	-1 542 843 Kč	575 614 Kč	94%	85,1%
9 2031	286 684 Kč	2 980 755 Kč	-1 256 159 Kč	862 298 Kč	96%	83,4%
10 2032	284 913 Kč	3 265 668 Kč	-971 245 Kč	1 147 211 Kč	97%	81,7%
11 2033	283 168 Kč	3 548 836 Kč	-688 077 Kč	1 430 379 Kč	99%	80,1%
12 2034	281 261 Kč	3 830 097 Kč	-406 816 Kč	1 711 640 Kč	100%	78,5%
13 2035	279 373 Kč	4 109 471 Kč	-127 443 Kč	1 991 014 Kč	102%	76,9%
14 2036	276 991 Kč	4 386 462 Kč	149 548 Kč	2 268 005 Kč	103%	75,4%
15 2037	274 659 Kč	4 661 120 Kč	424 207 Kč	2 542 664 Kč	104%	73,9%
16 2038	272 376 Kč	4 933 496 Kč	696 583 Kč	2 815 040 Kč	106%	72,4%
17 2039	270 141 Kč	5 203 637 Kč	966 724 Kč	3 085 180 Kč	107%	70,9%
18 2040	267 952 Kč	5 471 589 Kč	1 234 676 Kč	3 353 132 Kč	108%	69,5%
19 2041	265 806 Kč	5 737 395 Kč	1 500 482 Kč	3 618 939 Kč	109%	68,1%
20 2042	263 703 Kč	6 001 098 Kč	1 764 185 Kč	3 882 642 Kč	111%	66,8%
21 2043	261 640 Kč	6 262 739 Kč	2 025 825 Kč	4 144 282 Kč	112%	65,4%
22 2044	259 616 Kč	6 522 355 Kč	2 285 441 Kč	4 403 898 Kč	113%	64,1%
23 2045	257 630 Kč	6 779 984 Kč	2 543 071 Kč	4 661 528 Kč	115%	62,8%
24 2046	255 679 Kč	7 035 663 Kč	2 798 750 Kč	4 917 207 Kč	116%	61,6%

Zdroj: vlastní zpracování

Pro určení návratnosti prosté bude využit vzorec (1).

$$\text{Prostá návratnost (bez dotace)} = \frac{4\,236\,913}{352\,574}$$

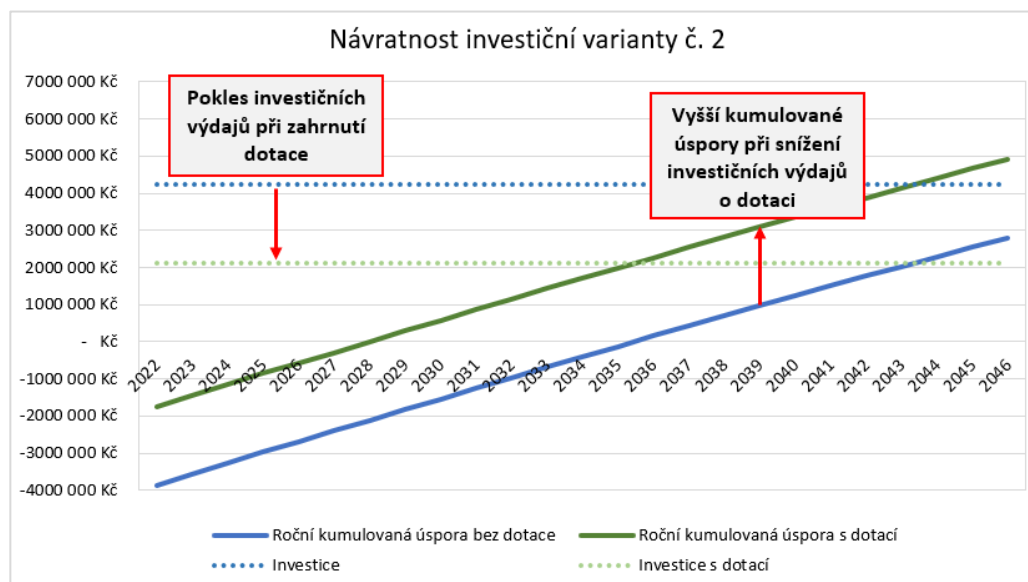
$$\text{Prostá návratnost (s dotací)} = \frac{(4\,236\,913 - 2\,118\,457)}{352\,574}$$

Okamžik diskontované návratnosti je barevně odlišen v **tabulce č. 11**. Jedná se o rozmezí dvou let mezi nimiž platí vztah stanovený dle vzorce (2). K určení přesného okamžiku návratnosti bude využita lineární interpolace (3).

$$\text{Diskontovaná návratnost (bez dotace)} = 14 + \frac{(4\,236\,913 - 4\,109\,471)}{(4\,386\,462 - 4\,109\,471)}$$

$$\text{Diskontovaná návratnost (s dotací)} = 7 + \frac{((4\,236\,913 - 2\,118\,457) - 2\,117\,595)}{(2\,405\,590 - 2\,117\,595)}$$

Diskontované úspory v čase klesají, neboť cena energie očekává pokles v následujících letech a následně by mělo dojít k jejímu opětovnému růstu. V **tabulce č. 11** je nový sloupec ve srovnání s variantou č. 1, neboť investor může navíc počítat s vyššími finančními úsporami vzniklými výkupem přetoků elektrické energie do distribuční sítě. Vzhledem k očekávané vyšší nabídce nevyužité elektrické energie v budoucích letech lze predikovat pokles výkupních cen v čase. Dle hodnot **tabulky č. 11** byl vytvořen graf (**obrázek č. 29**) zobrazující návratnost investiční varianty č. 2.



**Obrázek č. 29:** Návratnost investiční varianty č. 2

*Zdroj: vlastní zpracování*

Vzhledem k poklesu cen elektřiny včetně výkupních cen v prvních letech užívání investice dosahuje prostá návratnost příznivějších hodnot nežli návratnost diskontovaná. Diskontovaná návratnost investice dle **tabulky č. 12** je v případě investice bez využití dotace 14,5 roku a v případě varianty s dotací přibližně 7 let. Ekonomické zhodnocení druhé varianty je zobrazeno v **tabulce č. 12**.

**Tabulka č. 12:** Investiční varianta č. 2 – vyhodnocení

<b>VARIANTA Č. 2 MAXIMALIZACE UŽITNÉ PLOCHY</b>	
Kapacita FVE (kWp)	117,05
Počet kolektorů	289
<b>BEZ VYUŽITÍ DOTACE</b>	
Návratnost prostá	12,0
Návratnost diskontovaná	14,5
<b>Celkový zisk</b>	<b>2 798 750 Kč</b>
<b>S DOTACÍ</b>	
Návratnost prostá	6,0
Návratnost diskontovaná	7,0
<b>Celkový zisk</b>	<b>4 917 207 Kč</b>

*Zdroj: vlastní zpracování*

Dle **tabulky č. 12** návratnost varianty č. 2 je obecně vyšší než v případě varianty č. 1. Důvodem je vyšší pořizovací cena FVE. Lze předpokládat, že by pro investici byla využita dotace. Vzhledem k tomu, že garantovaná životnost FVE je 25 let, znamená to, že i v případě volby této varianty bude investice splacena před koncem její životnosti. Zisk plynoucí z této varianty je ovšem vyšší než v případě první varianty, jelikož investice generuje vyšší roční úsporu a od okamžiku splacení investované částky rostou úspory rychleji než v předchozí variantě.

### **5.5.3 Investiční varianta se střední hodnotou instalovaného výkonu**

Poslední zamýšlenou variantou je instalace FVE s výkonem 65 kWp. Varianta představuje střední hodnotu výkonu mezi oběma předchozími variantami.

**Tabulka č. 13:** Investiční varianta č. 3 – vstupní hodnoty

<b>VARIANTA Č. 3 STŘEDNÍ HODNOTA INSTALOVANÉHO VÝKONU</b>	
Kapacita FVE (kWp)	<b>65,21</b>
Počet kolektorů	<b>161</b>
<b>ROČNÍ VÝROBA/SPOTŘEBA</b>	
Výroba z FVE (kWh)	<b>74986</b>
Roční spotřeba elektřiny (kWh)	147792
Spotřeba z DS (kWh)	107397
Spotřeba z FVE (kWh)	40395
Spotřeba z DS %	73%
Spotřeba z FVE %	27%
Přetoky (kWh)	34591
Přetoky %	46%
<b>ROČNÍ ÚSPORY ZA ELEKTRINU</b>	
Úspory za dodávku	145 152 Kč
Úspory za distribuci	84 632 Kč
<b>INVESTIČNÍ NÁKLADY</b>	
Cena kolektoru	5 595,6 Kč
Cena instalace včetně komponent	9 065 Kč
<b>Cena FVE</b>	<b>2 360 357 Kč</b>
<b>DOTAČNÍ PODMÍNKY</b>	
Počet bytových odběrných míst	125
Počet společných odběrných míst	10
Dotace za odběrné místo	5 000 Kč
Dotace za 1 kWp	15 000 Kč
Vypočtená dotace	1 653 075 Kč
Maximální výše dotace 50% z ceny FVE	1 180 178 Kč
<b>Skutečná výše dotace</b>	<b>1 180 178 Kč</b>

*Zdroj: vlastní zpracování*

V současné době, jak bylo uvedeno v kapitole 4.1., je panelový dům obydlen zhruba z 91 %. V souvislosti se vzestupem elektromobility lze předpokládat, že v horizontu několika let budou do měst instalovány také akumulční zásobníky. Současné přetoky by mohly být v budoucnu využity jako zdroj pro dobíjecí stanice či pokrýt spotřebu později obydlených bytů.

Dle **tabulky č. 13** klesla spotřeba z FVE pouze o 4 % v porovnání s variantou č. 2, ačkoli se instalovaný výkon snížil o 52 kWp. Procento nevyužité energie ve formě přetoků nyní kleslo na 46 %. Vzhledem ke snížení instalovaného výkonu klesla také celková hodnota investice. I tato varianta má značné množství nevyužité elektrické energie, a proto bude opět vyčíslena návratnost akumulčního zásobníku s využitím vzorců dle varianty č. 2.

**Tabulka č. 14:** Investiční varianta č. 3 – návrh akumulace elektřiny

<b>Návrh AKUMULACE pro FVE 65 kWp</b>	
<b>Výroba z FVE (kWh)</b>	<b>74986</b>
Roční spotřeba elektřiny (kWh)	147792
Spotřeba z DS (kWh)	107397
Spotřeba z FVE (kWh)	40395
Přetoky (kWh)	34591
Počet dní s přetokem	222
Průměrný denní přetok (kWh)	156
<b>Akumulace</b>	
Kapacita ( kWh)	156
Celková cena akumulace (Kč)	2595450
Cena zapojení akumulace včetně dokumentace (Kč)	100000
Účinnost akumulace v %	87%
Součet denních přetoků do výše 156 (kWh)	22966
Nevyužitá elektřina k akumulaci (kWh)	11625
Akumulovaný potenciál (kWh)	19980
<b>Vstupní hodnoty za rok</b>	
Cena za dodávku energie (MWh)	3 593 Kč
Cena za distribuci (MWh)	2 095 Kč
Úspora za dodávku (Kč)	71 797 Kč
Úspora za distribuci (Kč)	41 862 Kč
Provozní náklady akumulace (Kč)	3 000 Kč
<b>Dotace</b>	
Dotace za 1 kWh	10 000 Kč
Vypočtená dotace (Kč)	1 560 000 Kč
Maximální výše dotace 50% (Kč)	1 297 725 Kč
<b>Skutečná výše dotace</b>	<b>1 297 725 Kč</b>

*Zdroj: vlastní zpracování*

Dle zjištěných údajů vznikne nadbytečná výroba z FVE ve 222 dnech během kalendářního roku. Průměrné denní množství nevyužité elektrické energie odpovídá hodnotě 156 kWh. Po odečtení denních přetoků nad úroveň kapacity navrženého akumulátoru s kapacitou 156 kWh a s ohledem na efektivitu akumulace, která činí 87 %, klesne potenciál pro akumulaci z 34 591 kWh na úroveň 19 980 kWh za kalendářní rok. Toto množství elektrické energie bude s akumulátorem o výkonu 156 kWh možné shromáždit a využít v okamžiku, kdy výroba elektřiny z FVE nebude možná. V **tabulce č. 14** jsou taktéž uvedeny celkové úspory v souvislosti s akumulací energie a investiční výdaje na akumulaci zásobník spolu s maximální možnou dotací, kterou může žadatel získat. S využitím těchto vstupních hodnot byla vypočítána návratnost akumulace.

Dle vzorců zobrazených ve variantě č. 2 byla vyjádřena návratnost akumulčního zásobníku pro FVE dle investičního návrhu č. 3. Jelikož návratnost dle **tabulky č. 15** převyšuje období životnosti 10 let, není vhodné využít pro přebytečnou energii akumulční zásobník. Přebytečná energie bude prodána do distribuční sítě. Pro analýzu návratnosti bylo opětovně počítáno s vývojem cen za elektřinu  $p_{EL}$  a diskontní sazbou  $r$  po vzoru výpočtu návratnosti FVE.



**Tabulka č. 15:** Investiční varianta č. 3 – návratnost akumulátoru

Návratnost akumulace pro FVE 65 kWp		
Bez dotace	Prostá	24,4
	Diskontovaná	29,1
S dotací	Prostá	11,7
	Diskontovaná	14,9

Zdroj: vlastní zpracování

Po vzoru předchozí varianty č. 2 byla vytvořena **tabulka č. 16** zobrazující roční úsporu vzniklou investicí do FVE. Roční úspora v jednotlivých letech životnosti investice ( $R\dot{U}_t$ ) bude stanovena dle níže zobrazeného vzorce. Pro roční úsporu platí vztah  $R\dot{U}_t = CF_t$

$$R\dot{U}_t = (\text{Úspora za dod.} + \text{Úspora za dist.}) * p_{tEL} + \text{Zisk z přetoků} * p_{tVCE}$$

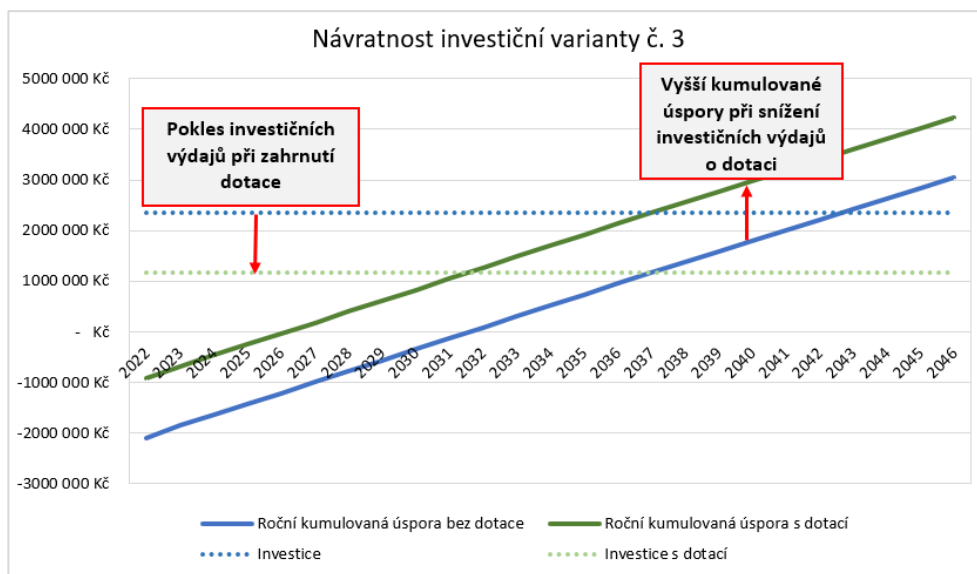
Diskontní sazba  $r$  činí stejně jako v předchozích variantách 1,45 %. Dle **tabulky č. 16** bude vypočtena návratnost investice.

**Tabulka č. 16:** Investiční varianta č. 3 – hodnoty k určení návratnosti a ziskovosti

ROK (t)		$\frac{CF_t}{(1+r)^t}$ ROČNÍ ÚSPORA	$\sum \frac{CF_t}{(1+r)^t}$ KUMULOVANÁ ROČNÍ ÚSPORA	$\sum CF-IN$ KUMUL. ROČNÍ ÚSPORA SNÍŽENÁ O INVESTICI	$\sum CF-(IN-DOT)$ ROČNÍ ÚSPORA SNÍŽENÁ O INVESTICI S DOTACÍ	$p_{EL}$ VÝVOJ CENY ELEKTRINY	$p_{VCE}$ VÝVOJ VÝKUPNÍ CENY ELEKTRINY
0	2022	264 374 Kč	264 374 Kč	-2 095 982 Kč	-915 804 Kč	100%	100,0%
1	2023	239 044 Kč	503 419 Kč	-1 856 938 Kč	-676 760 Kč	91%	98,0%
2	2024	220 396 Kč	723 815 Kč	-1 636 542 Kč	-456 364 Kč	84%	96,0%
3	2025	211 149 Kč	934 964 Kč	-1 425 393 Kč	-245 215 Kč	82%	94,1%
4	2026	211 340 Kč	1 146 303 Kč	-1 214 053 Kč	-33 875 Kč	84%	92,2%
5	2027	213 135 Kč	1 359 439 Kč	-1 000 918 Kč	179 260 Kč	86%	90,4%
6	2028	215 036 Kč	1 574 474 Kč	-785 882 Kč	394 296 Kč	89%	88,6%
7	2029	217 290 Kč	1 791 764 Kč	-568 592 Kč	611 586 Kč	92%	86,8%
8	2030	218 832 Kč	2 010 597 Kč	-349 760 Kč	830 418 Kč	94%	85,1%
9	2031	218 353 Kč	2 228 950 Kč	-131 407 Kč	1 048 771 Kč	96%	83,4%
10	2032	217 860 Kč	2 446 809 Kč	86 453 Kč	1 266 631 Kč	97%	81,7%
11	2033	217 353 Kč	2 664 162 Kč	303 806 Kč	1 483 984 Kč	99%	80,1%
12	2034	216 672 Kč	2 880 834 Kč	520 477 Kč	1 700 656 Kč	100%	78,5%
13	2035	215 974 Kč	3 096 808 Kč	736 451 Kč	1 916 629 Kč	102%	76,9%
14	2036	214 814 Kč	3 311 621 Kč	951 265 Kč	2 131 443 Kč	103%	75,4%
15	2037	213 667 Kč	3 525 288 Kč	1 164 931 Kč	2 345 110 Kč	104%	73,9%
16	2038	212 532 Kč	3 737 820 Kč	1 377 464 Kč	2 557 642 Kč	106%	72,4%
17	2039	211 411 Kč	3 949 231 Kč	1 588 875 Kč	2 769 053 Kč	107%	70,9%
18	2040	210 301 Kč	4 159 533 Kč	1 799 176 Kč	2 979 354 Kč	108%	69,5%
19	2041	209 203 Kč	4 368 736 Kč	2 008 379 Kč	3 188 557 Kč	109%	68,1%
20	2042	208 115 Kč	4 576 850 Kč	2 216 494 Kč	3 396 672 Kč	111%	66,8%
21	2043	207 037 Kč	4 783 887 Kč	2 423 531 Kč	3 603 709 Kč	112%	65,4%
22	2044	205 968 Kč	4 989 856 Kč	2 629 499 Kč	3 809 677 Kč	113%	64,1%
23	2045	204 909 Kč	5 194 765 Kč	2 834 408 Kč	4 014 586 Kč	115%	62,8%
24	2046	203 858 Kč	5 398 623 Kč	3 038 266 Kč	4 218 445 Kč	116%	61,6%

Zdroj: vlastní zpracování

Diskontované úspory z **tabulky č. 16** jsou znázorněny graficky na **obrázku č. 30**.



**Obrázek č. 30:** Návratnost investiční varianty č. 3

*Zdroj: vlastní zpracování*

Pro přesné určení návratnosti prosté a diskontované budou využity vzorce po vzoru předcházejících variant. Pro určení prosté návratnosti bylo dosazeno do vzorce (1). Hrubé rozmezí diskontované návratnosti bylo určeno pomocí vzorce (2). Přesný okamžik diskontované návratnosti je určen pomocí vzorce (3).

$$\text{Prostá návratnost (bez dotace)} = \frac{2\,360\,357}{264\,374}$$

$$\text{Prostá návratnost (s dotací)} = \frac{(2\,360\,357 - 1\,180\,178)}{264\,374}$$

$$\text{Diskontovaná návratnost (bez dotace)} = 10 + \frac{(2\,360\,357 - 2\,228\,950)}{(2\,446\,809 - 2\,228\,950)}$$

$$\text{Diskontovaná návratnost (s dotací)} = 5 + \frac{((2\,360\,357 - 1\,180\,178) - 1\,146\,303)}{(1\,359\,439 - 1\,146\,303)}$$

Dle vzorců je možné vyčíslit dobu prosté a diskontované návratnosti investiční varianty č. 3, která spočívala v instalaci střední hodnoty výkonu mezi variantami č. 1 a 2.

**Tabulka č. 17:** Investiční varianta č. 3 – vyhodnocení

<b>VARIANTA Č. 3 STŘEDNÍ HODNOTA INSTALOVANÉHO VÝKONU</b>	
Kapacita FVE (kWp)	65,21
Počet kolektorů	161
<b>BEZ VYUŽITÍ DOTACE</b>	
Návratnost prostá	8,9
Návratnost diskontovaná	10,6
<b>Celkový zisk</b>	<b>3 038 266 Kč</b>
<b>S DOTACÍ</b>	
Návratnost prostá	4,5
Návratnost diskontovaná	5,2
<b>Celkový zisk</b>	<b>4 218 445 Kč</b>

*Zdroj: vlastní zpracování*

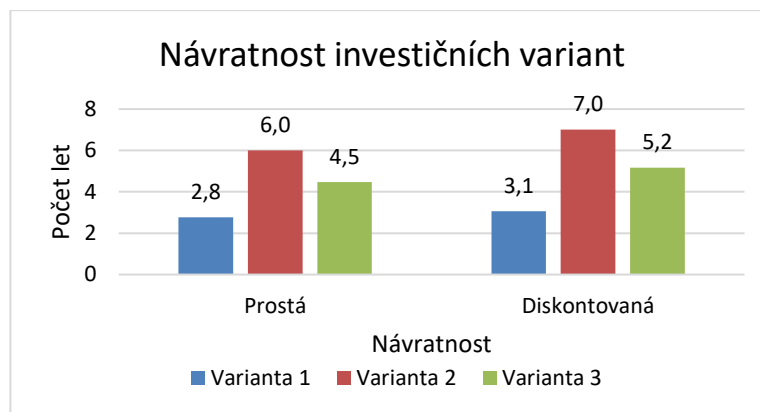
Diskontovaná doba návratnosti poslední investiční varianty byla určena na 5,2 roku. Celkový zisk, který byl vyčíslen na základě znalosti ročních kumulativních diskontovaných úspor, byl stanoven na 4 218 445 Kč při využití dotace z programu Nová zelená úsporám.

## **5.6 Vyhodnocení finanční analýzy**

V rámci finanční analýzy byly zkoumány tři projekty s návrhem FVE pro panelový dům. Projekty se lišily dle instalovaného výkonu. U některých projektů byla taktéž zvažována možnost akumulace elektrické energie, která ovšem nebyla nakonec plánována vzhledem k dlouhé návratnosti této investice. Přetoky elektrické energie vyrobené z FVE byly v případě variant č. 2 a č. 3 zahrnuty jako součást roční úspory.

Nejdříve budou porovnány jednotlivé varianty z hlediska návratnosti investice. U jednotlivých variant bude zkoumána diskontovaná doba návratnosti s dotací, neboť je předpokládáno, že investor by při skutečném investičním projektu tuto možnost státní podpory využil. Vzhledem k tomu, že v čase se bude měnit cena elektrické energie, byla její hodnota určena na základě kvalifikovaného odhadu společnosti EGÚ Brno, a.s. Diskontní návratnost byla v každém roce uvažována s fixní diskontní sazbou 1,45 %.

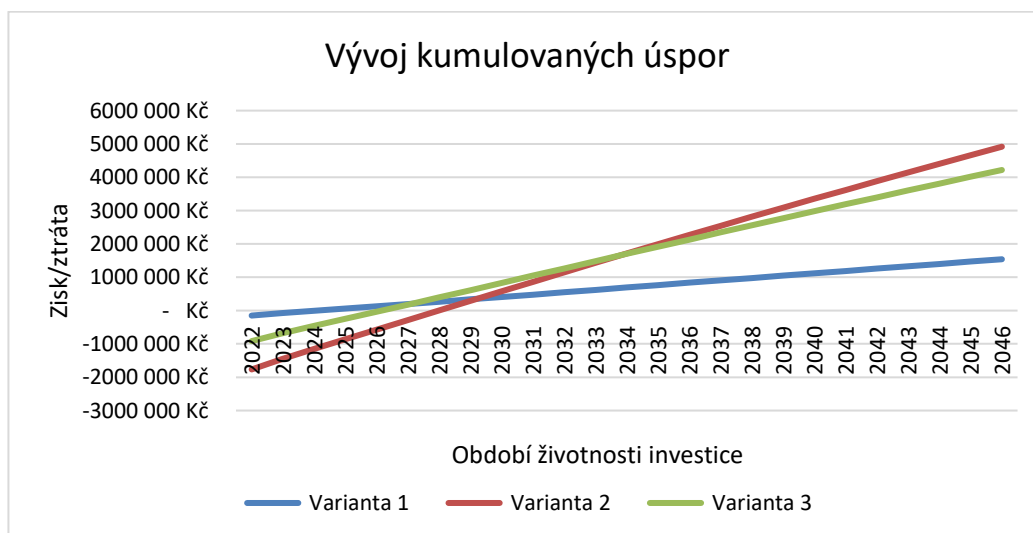
Dle zobrazeného grafu na **obrázku č. 31** dosahuje nejlepší návratnosti varianta č. 1. Investovaná částka v případě první varianty byla ve srovnání s ostatními variantami velmi malá. Nejdelší návratnosti dosahuje varianta č. 2. Obecně všechny tři varianty z hlediska návratnosti nepředstavují pro investory riziko, neboť životnost investice činí 25 let.



**Obrázek č. 31:** Porovnání návratnosti jednotlivých investičních variant

*Zdroj: vlastní zpracování*

Kromě návratnosti investice byl zkoumán také hospodářský výsledek, jakožto kumulovaný součet diskontovaných příjmů z investice v jednotlivých letech snížených o investiční výdaj. Investiční výdaj byl zároveň v zobrazeném grafu na **obrázku č. 32** ve všech variantách zkrácen na polovinu své hodnoty, neboť byla využita státní podpora formou dotace z fondu Nová zelená úsporám. Dle zobrazeného grafu na **obrázku č. 32** znatelně vyššího kumulovaného zisku dosahují po 25 letech užívání varianty č. 2 a č. 3. Při variantě č. 2 by panelový dům dostáhl o 17 % vyššího zisku, nežli v případě varianty č. 3.



**Obrázek č. 32:** Porovnání ziskovosti jednotlivých investičních variant

*Zdroj: vlastní zpracování*

Při zhodnocení obou faktorů lze říci, že nejlepších výsledků dosahuje investiční projekt v případě varianty č. 3. Diskontovaná doba návratnosti je ve srovnání s variantou č. 2 o téměř 2 roky kratší, což představuje v porovnání těchto dvou variant o 26 % kratší období,

kdy kumulované úspory převýší vynaložené náklady. Nejvyššího zisku dosahuje ovšem varianta č. 2 a to o celých 17 % ve srovnání s variantou č. 3. Investoři, kteří mají sklon k riziku, by mohli zvolit variantu č. 2., zde je však možné riziko, že se trh bude chovat odlišně od predikovaného modelu. Konzervativní investor spíše zvolí variantu č. 3, kde doba návratnosti dosahuje nižších hodnot, a tedy vynaložené peníze budou dříve pokryty úsporami.

Vzhledem k tomu, že cílem společenství vlastníků je vyrábět elektřinu pouze pro vlastní potřebu, je nejvhodnější možnou variantou, varianta č. 3. V případě instalace FVE o výrobní kapacitě 65 kWp bude dle výpočtů zaznamenaných v **tabulce č. 13** spotřebováno 40,4 MWh/rok elektrické energie z vlastních zdrojů, což představuje 27 % celkové roční spotřeby elektrické energie panelového domu. Dalších 34,6 MWh/rok elektrické energie bude vyrobeno nad rámec aktuální spotřeby. Celková vyrobená elektrická energie pomocí fotovoltaického zdroje odpovídá hodnotě 75 MWh/rok. Varianta v sobě skýtá určitou rezervu výroby elektřiny, která je nyní prodávána do distribuční sítě, ale v budoucnu by mohla být využita pro vlastní účely panelového domu při navýšení současné spotřeby. Střední hodnota instalovaného výkonu na střechu panelového domu dosahuje nízké doby návratnosti a vysokých kumulovaných úspor.

## **5.7 Přínos solární energetiky pro komunitu**

V tomto bytovém domě se nachází 114 obydlených bytů, které využívají plyn, elektřinu, teplo z teplárny Opatovice a vodu od vodárenské společnosti z Chrudimi. Všechny tyto položky představují ve své podstatě pro vlastníky či nájemníky bytů opakovatelný výdaj, se kterým musí počítat v rámci svého domácí rozpočtu. V dnešní době se společnost setkává s globální krizí způsobenou pandemií COVID-19. Zároveň také vypukla válka na Ukrajině, která bude mít významný vliv na evropskou energetickou situaci, jelikož mnoho energetických komodit je do ČR dodáváno z východní Evropy. Především výsledkem těchto dvou událostí je současné rapidní zdražování cen. Z tohoto důvodu je vhodné zvážit alespoň částečnou fixaci výdajů, jejichž výše by tak nemohla být ovlivněna vývojem na energetickém trhu.

Členové společenství vlastníků pravidelně přispívají do fondu oprav, ze kterého jsou financovány projekty, které mají zlepšit život obyvatelů dané jednotky či uspořít náklady. Poslední velká investice tohoto panelového domu proběhla v polovině minulého desetiletí, kdy byla z fondu oprav vynaložena částka za účelem zateplení bytového objektu. Vlastníci by tak mohli využít současné disponibilní zdroje, které v průběhu času ztrácí svoji hodnotu a využít je za účelem budoucích zisků.

V podkapitole 4.1.5, která se věnovala celkovým výdajům panelového domu v souvislosti s energiemi, byly celkové náklady za energie a vodu vyčísleny na bezmála 3,3 milionu korun za jeden rok. Za elektrickou energii celý panelový dům zaplatil v minulém roce 1,164 milionu korun. Celkové náklady na elektrickou energii na následující období 25 let při ponechání současných zdrojů elektřiny tak činí 29 milionu korun při využití predikce vývoje ceny elektřiny jako v případě výpočtů ročních úspor investičních variant do FVE. V případě volby investiční varianty č. 3 by panelový dům ušetřil na elektrické energii za období následujících 25 let celkem 4 218 445 Kč. Při znalosti těchto hodnot lze konstatovat, že v případě investice do FVE panelový dům uspoří na elektrické energii v následujících 25 letech celkem zhruba 15 % celkových nákladů.

## **5.8 Dopady z hlediska životního prostředí**

Solární elektrárna má kromě ekonomického hlediska také významný přínos z hlediska životního prostředí. Elektřina v bytovém objektu je zajišťována dodávkou z distribuční soustavy. Jak bylo poznamenáno v podkapitole 1.3.1, polovina elektřiny vyrobené v ČR vzniká díky spalování fosilních zdrojů. ČR stejně jako EU směřuje k postupné eliminaci fosilních zdrojů, zejména uhlí, za účelem snížení emise skleníkových plynů. V případě investice společenství vlastníků do solární energetiky by došlo k částečnému pokrytí dodávek elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Nevyužitá elektrická energie by byla poskytnuta do distribuční sítě, tedy přetoky, které bytová jednotka sama nevyužije by pokryly spotřebu jiných domácností a mohly by částečně nahradit fosilní zdroje. Těmito postupnými kroky by byla více naplňována myšlenka Zelené dohody pro Evropu.

Dle kalkulačky dostupné na webových stránkách Česká Solární je možné zjistit celkový enviromentální přínos při instalaci fotovoltaického zdroje. Parametry zadané do kalkulačky vycházely z analýzy, dle které se jako nejvhodnější jevila varianta instalace solární elektrárny o celkové kapacitě 65 kWp. Podle této varianty z dostupné kalkulačky lze zjistit, že ročně je možné eliminovat 158 tun spáleného uhlí. Za dobu 25 let tedy toto množství představuje bezmála 4 tisíce tun uhlí, které by nebylo spáleno v případě současné investice do FVE dle investiční varianty č. 3. Investice představuje roční úsporu 84 tun CO<sup>2</sup>, což tedy za období 25 let čítá více než 2 tisíce tun CO<sup>2</sup> (Česká solární, 2022, online).

## 6 ZÁVĚR

Diplomová práce byla věnována problematice solární energetiky. Solární energetika je jednou z forem obnovitelných zdrojů s minimálními emisními dopady. Jedná se o odvětví energetického průmyslu, které v České republice není tak zastoupené ve srovnání s jinými, zejména přímořskými zeměmi Evropské unie. Současná skladba energetických zdrojů není vyhovující z hlediska udržitelného rozvoje. Evropská unie směřuje k nezbytné úpravě energetického mixu, který má za cíl snížit emisní dopady z výroby energie a vytvořit nové zdroje, jenž uspokojí zvyšující se poptávku a současně minimalizují svůj dopad na životní prostředí.

V diplomové práci byly analyzovány energetické a ekonomické dopady solární energetiky pro panelový dům ve městě Chrudim. Vzhledem k statickým, dispozičním a technologickým požadavkům byla práce věnována využití fotovoltaiky, pro jejíž instalaci byla zvolena střecha vybraného objektu. Spotřeba elektrické energie panelového domu, ale i případná výroba pomocí fotovoltaiky, není stálá. Rozdíly jsou znatelné vzhledem k ročním obdobím, a také má vliv střídání dne a noci. Pro určení spotřeby elektrické energie a její výroby z fotovoltaických kolektorů byly využity parametry metody typových diagramů dodávek. Na základě znalosti výroby a spotřeby v hodinových intervalech v souvislosti s užitnou plochou byly navrženy tři varianty fotovoltaické elektrárny s různým výkonem, jejichž ekonomický a energetický přínos byl zkoumán. První varianta spočívala ve výstavbě fotovoltaické elektrárny o takovém výkonu, při kterém bude všechna elektrická energie využita. Druhá varianta byla založena na výstavbě solární elektrárny o velikosti užitné plochy a poslední variantou byla střední hodnota instalovaného výkonu mezi těmito možnostmi.

Při maximálním využití užitné plochy střechy bude solární energetika pokrývat 31 % spotřeby elektrické energie panelového domu, ale celkem 65 % vyrobené elektrické energie panelový dům nedokáže využít. Přebytkovou energii je možné akumulovat, avšak dle provedené analýzy návratnosti této technologie není pro vlastníky tato možnost ekonomicky vhodná. Přetoky elektrické energie do distribuční sítě představují součást roční úspory získané solárním zdrojem díky jejich výkupním cenám. V případě výstavby solární elektrárny, jejíž výroba nepřesahuje úroveň spotřeby, pokryje solární energetika pouze 10 % celkové spotřeby elektrické energie panelového domu. Poslední varianta, kterou je střední hodnota instalovaného výkonu, zajistí 27 % celkové spotřeby elektrické energie. Fotovoltaika je v tomto případě schopna pokrýt 40,4 MWh elektrické energie v kalendářním roce z vlastních zdrojů

a dalších 34,6 MWh činí nevyužitá elektrická energie, která v sobě skrývá určitou výrobní rezervu. Tato rezerva může být užita při navýšení současné spotřeby vzhledem k zabydlení prázdných bytů či například jako zdroj dobíjecích stanic pro automobily. Přebytkem vyrobené elektrické energie, který bude poskytnut do veřejné distribuční sítě, by bylo možné zabezpečit částečnou dodávku domácnostem ve svém blízkém okolí. Výstavba takové elektrárny představuje roční úsporu 158 tun spáleného uhlí.

Pro jednotlivé varianty byla vyjádřena prostá a diskontovaná návratnost, která vycházela z predikce vývoje cen za elektrickou energii a z diskontní sazby, jenž nejlépe odrážela hodnotu úspor v čase. Všechny analyzované možnosti nepředstavují pro vlastníky investiční riziko vzhledem k zjištěné diskontované návratnosti, která je v případě všech variant kratší než doba garantované životnosti investice. Ekonomický zisk varianty s využitím maximální užité plochy střechy a varianty se střední hodnotou instalovaného výkonu je výrazně vyšší, než v případě varianty s instalací solární elektrárny o výkonu, jenž nepřesáhne ani v jednom hodinovém intervalu v průběhu kalendářního roku skutečnou spotřebu objektu. Vzhledem ke konzervativní povaze investora, kterým je společenství vlastníků, představuje nejvhodnější variantu střední hodnota instalovaného výkonu. Tato varianta dosahuje kumulovaného diskontovaného zisku v celkové hodnotě 4 218 445 Kč a současně diskontovaná návratnost této varianty je o necelé 2 roky kratší než v případě využití maximální plochy střechy. Diskontovaná návratnost preferované investiční varianty činí 10,6 let a při využití aktuálních dotačních podmínek z fondu Nová zelená úsporám může být návratnost zkrácena až na 5,2 roku. V ekonomické analýze byly přetoky elektrické energie součástí roční úspory, ovšem výše výkupní ceny a samotný odběr není v budoucnu zaručen. Tento předpoklad podporuje výstavbu varianty se střední hodnotou instalovaného výkonu 65,21 kWp, neboť množství nevyužitá elektrická energie klesá na 46 % z celkové vyrobené elektrické energie a zároveň úroveň využití elektřiny z vlastního zdroje je pouze o 4 % nižší, než při využití maximální užité plochy střechy. Cílem společenství vlastníků je především vyrábět elektrickou energii pro pokrytí vlastní spotřeby.

Současná ekonomická situace evropských zemí je ovlivněna globální pandemií či probíhajícím vojenským konfliktem. Sociální jistoty běžných občanů vzhledem k rostoucím cenám jsou více ohroženy. Solární energetika, ač to není na první pohled zřejmé, může v sobě skrývat ekonomickou úsporu a sociální jistotu, a proto by se mohla v následujících letech těšit velké oblibě. V současné energetické legislativě prozatím není přesně vymezena problematika fotovoltaiky pro bytové domy, a proto mezi veřejností zřejmě nejsou tyto možnosti zcela



rozšířeny. Je nezbytné zvyšovat povědomí občanů České republiky o alternativních možnostech výroby elektrické energie a s tím souvisejících dotačních programů, které mohou výrazně podpořit ekonomické efekty těchto investic.

Kromě ekonomického přínosu má fotovoltaika pozitivní enviromentální dopad. Rychlost globálního oteplování je především zapříčiněna působením lidstva a jeho spotřebou energie, jejímž výsledkem je skleníkový efekt. Přechod ze současných energetických zdrojů na obnovitelné je cesta k udržitelnému rozvoji a k zachování životního prostředí i pro další generace.

## 7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BINHACK, Petr a Lukáš TICHÝ, 2011. Energetická bezpečnost ČR a budoucnost energetické politiky EU. 1 vyd. Praha: Ústav mezinárodních vztahů, 166 s. ISBN 978-80-87558-02-7.
- [2] Biomasa: Využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR, 2021. In: O energetice [online]. Třebíč: OM Solutions s.r.o. [cit. 2021-12-10]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje-energie/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody>
- [3] ČENĚK, Miroslava a kol., 1994. Obnovitelné zdroje energie. 1 vyd. Praha: FCC Public.
- [4] ČEZ a. s. Elektřina: Ceník elektřiny pro domácnosti [online]. In: . s. 1 [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2021/moo/web\\_new-cenik\\_elektrina\\_na-2-roky\\_moo\\_202112\\_cezdi.pdf](https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2021/moo/web_new-cenik_elektrina_na-2-roky_moo_202112_cezdi.pdf)
- [5] ČEZ a. s. Elektřina:: Ceník elektřiny pro podnikatele [online]. In: . s. 1 [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2021/mop/web\\_cenik\\_elektrina\\_na-2-rok\\_\\_mop\\_202111\\_cezdi.pdf](https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2021/mop/web_cenik_elektrina_na-2-rok__mop_202111_cezdi.pdf)
- [6] Data and analysis: EU energy statistical pocketbook and country datasheets, 2021. In: European commission [online]. Praha: Narrative Media s.r.o. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/energy-statistical-pocketbook\\_en](https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/energy-statistical-pocketbook_en)
- [7] Dlouhé Stráně, 2019. In: Dlouhé Stráně [online]. Olomouc: studio R3D [cit. 2022-01-01]. Dostupné z: <https://www.dlouhe-strane.cz/strane/fotogalerie>
- [8] Dobrodružství fotovoltaiky, 2021. In: IRozhlas [online]. Praha: Český rozhlas [cit. 2021-12-30]. Dostupné z: [https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/fotovoltaika-energetika-obnovitelne-zdroje\\_1912040600\\_jab](https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/fotovoltaika-energetika-obnovitelne-zdroje_1912040600_jab)
- [9] DOUCHA ŠIKOLA ADVOKÁTI, S. R. O., 2020. Bariéry rozvoje energetických společností v ČR. Praha.

- [10] Ekologické hříchy a naděje fotovoltaické energie, 2021. In: Ekolist.cz [online]. Praha: BEZK, z.s. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/ekologicke-hrichy-a-nadeje-fotovoltaiicke-energie>
- [11] Elektřina v ČR, 2021. In: Fakta o klimatu [online]. Praha: Otevřená data o klimatu, z. ú. [cit. 2021-12-03]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/elektrina-cr>
- [12] Encyklopedie energetiky: Energie z fosilních paliv [online], 2011. Praha: Čez, a. s. [cit. 2021-12-27]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/pro-media-2014/05-kveten/encyklopedie\\_fosilni-paliva\\_e.pdf](https://www.cez.cz/edee/content/file/pro-media-2014/05-kveten/encyklopedie_fosilni-paliva_e.pdf)
- [13] Energetická společenství v novém energetickém zákoně, 2021. Bold Future. Frank Bold Society, z. s., (1), 11.
- [14] Energetický slovník, 2020. In: EG.D [online]. Praha: EG.D [cit. 2021-12-03]. Dostupné z: <https://www.egd.cz/energeticky-slovník>
- [15] Energetika z blízka: Sluneční kolektory, 2020. In: Svět energie: Vzdělávací portál ČEZ, a. s. [online]. Praha: Simopt, s.r.o. [cit. 2021-12-30]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/energetika-mest-a-domacnosti-smart-city/energetika-domu-a-domacnosti/slunecni-kolektory/vyklad>
- [16] ERÚ: Roční zpráva o provozu elektrizační soustavy České republiky [online], 2021. Jihlava: Energetický regulační úřad [cit. 2021-12-27]. Dostupné z: [https://www.eru.cz/documents/10540/6616306/Rocni\\_zprava\\_provoz\\_ES\\_2020.pdf/edc0cb03-700a-43a7-8c08-a1ccb3f2d173](https://www.eru.cz/documents/10540/6616306/Rocni_zprava_provoz_ES_2020.pdf/edc0cb03-700a-43a7-8c08-a1ccb3f2d173)
- [17] ERÚ: Roční zpráva o provozu plynárenské soustavy České republiky [online], 2020. Jihlava: Energetický regulační úřad [cit. 2022-01-01]. Dostupné z: [https://www.eru.cz/documents/10540/6657134/Rocni\\_zprava\\_provoz\\_PS\\_2020.pdf/27ad93d5-d4d1-4843-a0b5-c3ba542186b8](https://www.eru.cz/documents/10540/6657134/Rocni_zprava_provoz_PS_2020.pdf/27ad93d5-d4d1-4843-a0b5-c3ba542186b8)
- [18] ERÚ: Roční zpráva o provozu teplotárenské soustavy České republiky [online], 2020. Jihlava: Energetický regulační úřad [cit. 2022-01-01]. Dostupné z: [https://www.eru.cz/documents/10540/7156840/Rocni\\_zprava\\_provoz\\_TS\\_2020.pdf/f353f7f2-ad73-4a82-8bb2-c0209b38b26a](https://www.eru.cz/documents/10540/7156840/Rocni_zprava_provoz_TS_2020.pdf/f353f7f2-ad73-4a82-8bb2-c0209b38b26a)

- [19] European Green deal, 2021. In: European commission [online]. Brusel: European Union [cit. 2022-01-08]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_cs#thebenefitsoftheeuropeangreendeal](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_cs#thebenefitsoftheeuropeangreendeal)
- [20] Fotovoltaické systémy, 2021. In: Nová zelená úsporám [online]. Státní fond životního prostředí ČR: Praha [cit. 2022-03-01]. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/>
- [21] Fotovoltaika v podmínkách České republiky, 2009. In: Isofenenergy [online]. Praha: Isofen Energy s.r.o. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz/slunecni-zareni-v-cr.aspx>
- [22] Historie fotovoltaických elektráren v ČR, 2021. In: Energie pro lidi [online]. Praha: NITTON Trading, s. r. o. [cit. 2021-11-28]. Dostupné z: <https://www.energiepro lidi.cz/blog/zajimavosti/historie-fotovoltaickych-elektren-v-cr/>
- [23] Chrudim: Podnebí: Simulované historické údaje o klimatu a počasí pro Chrudim, 2022. In: Meteoblue [online]. Basilej: Meteoblue AG [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: [https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/climatemodelled/chrudim\\_%C4%8Cesko\\_3077539](https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/climatemodelled/chrudim_%C4%8Cesko_3077539)
- [24] Jak funguje solární elektrárna, 2021. In: Solární experti [online]. Praha: Solární Experti s.r.o. [cit. 2021-12-31]. Dostupné z: <https://www.solarniexpert.cz/jak-funguje-stresni-fotovoltaicka-elektarna/>
- [25] Jak zachovat členům energetického společenství zákaznická práva, 2021. In: TZBinfo.cz [online]. Praha: TOPINFO S.R.O. [cit. 2021-12-10]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/22064-jak-zachovat-clenum-energetickeho-spolecenstvi-zakaznicka-prava>
- [26] Kalkulačka, 2022. In: Česká solární [online]. Praha: Česká solární s.r.o. [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: <https://www.ceska-solarni.cz/kalkulacka>
- [27] KNÁPEK, Jaroslav, Amela ANJANOVIC a Reinhard HAAS, 2015. Energy for Sustainable Development IV: Evidence from Czech Republic and Austria. 1 vyd. Praha: Wolters Kluwer, a. s., 192 s. ISBN 978-80-7478-993-9.

- [28] KOLEKTIV AUTORŮ, 2020. Úvod do liberalizované energetiky: Trh s elektřinou. 3. vyd. Praha: Asociace energetických manažerů, 554 s. ISBN 978-80-260-9212-4.
- [29] Koncepce bydlení České republiky do roku 2020 [online], 2020. Ministerstvo pro místní rozvoj [cit. 2022-01-01]. Dostupné z: [https://www.mmr.cz/getmedia/465cbc40-0ecf-491f-ad09-f9488697cb08/KB-R\\_VIII-2016\\_web-min\\_4.pdf?ext=.pdf](https://www.mmr.cz/getmedia/465cbc40-0ecf-491f-ad09-f9488697cb08/KB-R_VIII-2016_web-min_4.pdf?ext=.pdf)
- [30] KOŽENÁ, Marcela, 2019. Podniková ekonomika: distanční opora. Vydání páté. Pardubice: Univerzita Pardubice, 115 s. ISBN 978-80-7560-249-7.
- [31] KRŽÍŽ, Radko a kol., 2013. Udržitelný rozvoj a veřejná správa. 1 vyd. Žilina: Georg - Juraj Štefuň, 192 s. ISBN 978-80-8154-047-9.
- [32] KUBÍN, Miroslav, 2002. Energetika: perspektivy - strategie - inovace v kontextu evropského vývoje. 1 vyd. Brno: Jihomoravská energetika, 540 s. ISBN 80-239-0587-2.
- [33] LEWIS M., Fraas, 2016. Low-Cost Solar Electric Power. 1 vyd. Seetle: Springer International Publishing, 196 s. ISBN 978-3-319-07530-3.
- [34] MÁČE, Miroslav, 2006. Finanční analýza investičních projektů: praktické příklady a použití. Praha: Grada, 80 s. Finanční řízení. ISBN 80-247-1557-0.
- [35] MULVANEY, Dustin, ed., 2011. Green technology: an A-to-Z guide.: The Sage references series on green society: toward a sustainable future. 1 vyd. Thousand Oaks: Sage, 524 s. ISBN 978-1-4129-9692-1.
- [36] MUSIL, Petr, 2009. Globální energetický problém a hospodářská politika: se zaměřením na obnovitelné zdroje. 1 vyd. Praha: C.H. Beck, 204 s. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-112-3.
- [37] Nabídka akumulace, 2022. Siemens, s.r.o. Olomouc.
- [38] Nabídka výkupu elektrické energie, 2022. Nano green s. r. o. Praha.
- [39] Nahlížení do KN: Přehledová mapa katastru nemovitostí, 2022. In: Český úřad zemědělský a katastrální [online]. Praha: ČZUK [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: <https://nahlizidenidokn.cuzk.cz/VyberKatastrMapa.aspx>

- [40] O čem je raketový růst cen energií v Evropě, 2021. In: Kurzy.cz [online]. Praha: Kurzy.cz, spol. s r.o., [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/zpravy/613003-o-cem-vsem-je-raketovy-rust-cen-energii-v-evrope/>
- [41] Panelové domy: Na cestě k pasivnímu standardu, 2022. ASB [online]. Praha: JAGA Media [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/s>
- [42] Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně, 2021. In: ČEZ, a. s. [online]. Praha: ČEZ, a. s. [cit. 2021-11-27]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobnizdroje/obnovitelne-zdroje/voda/vodni-elektrarny/ceska-republika/dlouhe-strane-58155>
- [43] POLÁCH, Jiří, 2012. *Reálné a finanční investice*. V Praze: C.H. Beck, 280 s. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7400-436-0.
- [44] QUASCHNING, Volker, 2010. *Obnovitelné zdroje energií*. 1 vyd. Praha: Grada, 296 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.
- [45] SMIL, Václav, 2013. *Fakta a mýty o energetice: Jak vrátit debatu o energetice zpátky na zem*. 1 vyd. Ostrava: Moravskoslezský dřevařský klast ve spolupráci s Moravskoslezským energetickým klastrem a Výzkumným energetickým centrem VŠB-TU Ostrava, 173 s. ISBN 978-80-7464-365-1.
- [46] Solární energie, 2019. In: NaZeleno [online]. Praha: Narrative Media s.r.o. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/energie/solarni-energie/solarni-energie-kolik-kwh-lze-ziskat-vyhody-a-nevyhody.aspx>
- [47] Solární kolektory: Součást vzdělávacího programu SVĚT ENERGIE, 2021. In: ČEZ, a. s. [online]. Praha: ČEZ, a. s. [cit. 2021-11-28]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k23.htm>
- [48] Solární panely: Solární panel JA Solar 405Wp MONO, 2021. In: IfTECH s.r.o. [online]. Olomouc: ifTECH s.r.o. [cit. 2022-03-01]. Dostupné z: <https://shop.iftech.cz/solarni-panely/3211-solarni-panel-ja-solar-405wp-mono-cerny-ram.html>
- [49] Statistika: Normalizované TDD, 2022. In: OTE [online]. Praha: OTE, a.s. [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/typove-diagramy-dodavek-elektriny/normalizovane-tdd?date=2022-02-23>

- [50] SYNEK, Miloslav, 2011. Manažerská ekonomika. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3494-1.
- [51] U stadionu č. p. 730-734, Chrudim: Data o spotřebě energetických zdrojů, 2021. Chrudim.
- [52] Úřední věstník Evropské unie: Směrnice Evropského parlamentu a rady EU 2019/944 o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektřinou a o změně směrnice 2012/27/EU, 2019. In: . Štrasburk: Evropská Unie, ročník 2019. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0944&from=CS>
- [53] VALACH, Josef, 2010. Investiční rozhodování a dlouhodobé financování. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Ekopress, 513 s. ISBN 978-80-86929-71-2.
- [54] Vývoj elektroenergetiky: Kvalifikovaný odhad vývoje cen elektřiny, 2021. EGU Brno a. s. Brno.
- [55] Vznik uhlí, 2022. In: OKD [online]. Ostrava: OKD, a.s [cit. 2022-03-13]. Dostupné z: <https://www.okd.cz/cs/tezime-uhli/jak-uhli-vzniklo>
- [56] ZACHOVÁ, Aneta, 2021. Obnovitelné zdroje energie: Obnovitelné zdroje energie se v Česku vrací na výsluní, na jejich výstavbu přispěje EU. In: Euractiv [online]. Praha: EU-Media, s.r.o. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://euractiv.cz/section/energetika/news/obnovitelne-zdroje-energie-se-v-cesku-vraci-na-vysluni-na-jejich-vystavbu-prispeje-eu/>

## **8 SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha č. 1 - Alternativy výkonu solární elektrárny**

**Příloha č. 2 – Ceník elektřiny pro domácnosti**

**Příloha č. 3 – Ceník elektřiny pro podnikatelské subjekty**



## Příloha č. 1

Velikost solární elektrárny (kWp)	Výroba FVE (kWh)	Spotřeba z DS (kWh)	Spotřeba z FVE (kWh)	% DS	% FVE	Přetoky (kWh)	% Nevyužité výroby z FVE	Příjem z přetoků (Kč)	Úspora za dodávku elektřiny (Kč)	Úspora za distribuci elektřiny (Kč)
1	1150	146642	1150	99%	1%	0	0%	0	4132	2409
2	2300	145492	2300	98%	2%	0	0%	0	8265	4819
3	3450	144342	3450	98%	2%	0	0%	0	12397	7228
4	4600	143192	4600	97%	3%	0	0%	0	16529	9638
5	5750	142042	5750	96%	4%	0	0%	0	20662	12047
6	6900	140892	6900	95%	5%	0	0%	0	24794	14456
7	8050	139742	8050	95%	5%	0	0%	0	28926	16866
8	9200	138592	9200	94%	6%	0	0%	0	33059	19275
9	10350	137442	10350	93%	7%	0	0%	0	37191	21685
10	11500	136292	11500	92%	8%	0	0%	0	41323	24094
11	12650	135142	12650	91%	9%	0	0%	0	45456	26503
12	13800	133992	13800	91%	9%	0	0%	0	49588	28913
12,96	14904	132888	14904	90%	10%	0	0%	0	53555	31226
14	16100	131693	16099	89%	11%	1	0%	1	57850	33730
15	17250	130550	17242	88%	12%	8	0%	8	61956	36124
16	18400	129425	18367	88%	12%	33	0%	33	66000	38482
17	19550	128329	19463	87%	13%	87	0%	87	69936	40777
18	20700	127281	20511	86%	14%	189	1%	189	73702	42973
19	21850	126291	21501	85%	15%	349	2%	349	77260	45047
20	23000	125369	22423	85%	15%	577	3%	577	80574	46979
21	24150	124499	23293	84%	16%	857	4%	857	83700	48802
22	25300	123675	24117	84%	16%	1183	5%	1183	86662	50529
23	26450	122891	24901	83%	17%	1549	6%	1549	89477	52170
24	27600	122144	25648	83%	17%	1952	7%	1952	92162	53736
25	28750	121430	26362	82%	18%	2388	8%	2388	94727	55231
26	29900	120750	27042	82%	18%	2858	10%	2858	97170	56656
27	31050	120105	27687	81%	19%	3363	11%	3363	99488	58007
28	32200	119490	28302	81%	19%	3898	12%	3898	101700	59297
29	33350	118900	28892	80%	20%	4458	13%	4458	103819	60533
30	34500	118337	29455	80%	20%	5045	15%	5045	105843	61712
31	35650	117797	29995	80%	20%	5655	16%	5655	107781	62842
32	36800	117278	30514	79%	21%	6286	17%	6286	109647	63931
33	37950	116777	31015	79%	21%	6935	18%	6935	111448	64981
34	39100	116298	31494	79%	21%	7606	19%	7606	113170	65985
35	40250	115835	31957	78%	22%	8293	21%	8293	114831	66953
36	41400	115396	32396	78%	22%	9004	22%	9004	116411	67874
37	42550	114981	32811	78%	22%	9739	23%	9739	117902	68744
38	43700	114578	33214	78%	22%	10486	24%	10486	119350	69588
39	44850	114187	33605	77%	23%	11245	25%	11245	120753	70406

Velikost solární elektrárny (kWp)	Výroba FVE (kWh)	Spotřeba z DS (kWh)	Spotřeba z FVE (kWh)	% DS	% FVE	Přetoky (kWh)	% Nevyužité výroby z FVE	Příjem z přetoků (Kč)	Úspora za dodávku elektřiny (Kč)	Úspora za distribuci elektřiny (Kč)
40	46000	113811	33981	77%	23%	12019	26%	12019	122104	71194
41	47150	113447	34345	77%	23%	12805	27%	12805	123413	71957
42	48300	113098	34694	77%	23%	13606	28%	13606	124666	72688
43	49450	112764	35028	76%	24%	14422	29%	14422	125869	73389
44	50600	112441	35351	76%	24%	15249	30%	15249	127028	74065
45	51750	112130	35662	76%	24%	16088	31%	16088	128146	74717
46	52900	111827	35965	76%	24%	16935	32%	16935	129234	75351
47	54050	111534	36258	75%	25%	17792	33%	17792	130288	75966
48	55200	111249	36543	75%	25%	18657	34%	18657	131311	76562
49	56350	110973	36819	75%	25%	19531	35%	19531	132304	77141
50	57500	110706	37086	75%	25%	20414	36%	20414	133264	77701
51	58650	110446	37346	75%	25%	21304	36%	21304	134197	78244
52	59800	110193	37599	75%	25%	22201	37%	22201	135106	78774
53	60950	109946	37846	74%	26%	23104	38%	23104	135993	79292
54	62100	109705	38087	74%	26%	24013	39%	24013	136860	79797
55	63250	109469	38323	74%	26%	24927	39%	24927	137709	80292
56	64400	109238	38554	74%	26%	25846	40%	25846	138536	80774
57	65550	109016	38776	74%	26%	26774	41%	26774	139337	81241
58	66700	108799	38993	74%	26%	27707	42%	27707	140116	81696
59	67850	108589	39203	73%	27%	28647	42%	28647	140871	82136
60	69000	108385	39407	73%	27%	29593	43%	29593	141603	82562
61	70150	108186	39606	73%	27%	30544	44%	30544	142319	82980
62	71300	107991	39801	73%	27%	31499	44%	31499	143019	83388
63	72450	107801	39991	73%	27%	32459	45%	32459	143701	83786
64	73600	107616	40176	73%	27%	33424	45%	33424	144367	84174
65,21	74986	107397	40395	73%	27%	34591	46%	34591	145152	84632
66	75900	107256	40536	73%	27%	35364	47%	35364	145659	84927
67	77050	107082	40710	72%	28%	36340	47%	36340	146286	85293
68	78200	106910	40882	72%	28%	37318	48%	37318	146903	85653
69	79350	106741	41051	72%	28%	38299	48%	38299	147509	86006
70	80500	106576	41216	72%	28%	39284	49%	39284	148104	86353
71	81650	106414	41378	72%	28%	40272	49%	40272	148685	86692
72	82800	106256	41536	72%	28%	41264	50%	41264	149252	87023
73	83950	106101	41691	72%	28%	42259	50%	42259	149810	87348
74	85100	105949	41843	72%	28%	43257	51%	43257	150358	87667
75	86250	105799	41993	72%	28%	44257	51%	44257	150895	87980
76	87400	105652	42140	71%	29%	45260	52%	45260	151424	88289
77	88550	105507	42285	71%	29%	46265	52%	46265	151946	88593
78	89700	105365	42427	71%	29%	47273	53%	47273	152456	88891
79	90850	105225	42567	71%	29%	48283	53%	48283	152959	89184
80	92000	105086	42706	71%	29%	49294	54%	49294	153456	89474
81	93150	104950	42842	71%	29%	50308	54%	50308	153947	89760
82	94300	104816	42976	71%	29%	51324	54%	51324	154427	90040

Velikost solární elektrárny (kWp)	Výroba FVE (kWh)	Spotřeba z DS (kWh)	Spotřeba z FVE (kWh)	% DS	% FVE	Přetoky (kWh)	% Nevyužité výroby z FVE	Příjem z přetoků (Kč)	Úspora za dodávku elektřiny (Kč)	Úspora za distribuci elektřiny (Kč)
83	95450	104686	43106	71%	29%	52344	55%	52344	154894	90312
84	96600	104560	43232	71%	29%	53368	55%	53368	155349	90577
85	97750	104436	43356	71%	29%	54394	56%	54394	155795	90837
86	98900	104314	43478	71%	29%	55422	56%	55422	156232	91092
87	100050	104193	43599	70%	30%	56451	56%	56451	156666	91345
88	101200	104075	43717	70%	30%	57483	57%	57483	157090	91593
89	102350	103958	43834	70%	30%	58516	57%	58516	157510	91838
90	103500	103842	43950	70%	30%	59550	58%	59550	157926	92080
91	104650	103728	44064	70%	30%	60586	58%	60586	158336	92319
92	105800	103616	44176	70%	30%	61624	58%	61624	158739	92554
93	106950	103506	44286	70%	30%	62664	59%	62664	159134	92784
94	108100	103398	44394	70%	30%	63706	59%	63706	159525	93012
95	109250	103290	44502	70%	30%	64748	59%	64748	159912	93238
96	110400	103184	44608	70%	30%	65792	60%	65792	160292	93460
97	111550	103079	44713	70%	30%	66837	60%	66837	160668	93678
98	112700	102977	44815	70%	30%	67885	60%	67885	161036	93893
99	113850	102876	44916	70%	30%	68934	61%	68934	161397	94104
100	115000	102777	45015	70%	30%	69985	61%	69985	161753	94312
101	116150	102679	45113	69%	31%	71037	61%	71037	162105	94516
102	117300	102583	45209	69%	31%	72091	61%	72091	162450	94717
103	118450	102489	45303	69%	31%	73147	62%	73147	162789	94915
104	119600	102396	45396	69%	31%	74204	62%	74204	163123	95110
105	120750	102304	45488	69%	31%	75262	62%	75262	163454	95303
106	121900	102213	45579	69%	31%	76321	63%	76321	163780	95493
107	123050	102125	45667	69%	31%	77383	63%	77383	164099	95679
108	124200	102037	45755	69%	31%	78445	63%	78445	164412	95862
109	125350	101952	45840	69%	31%	79510	63%	79510	164720	96041
110	126500	101867	45925	69%	31%	80575	64%	80575	165025	96219
111	127650	101782	46010	69%	31%	81640	64%	81640	165329	96396
112	128800	101699	46093	69%	31%	82707	64%	82707	165628	96570
113	129950	101617	46175	69%	31%	83775	64%	83775	165921	96742
114	131100	101537	46255	69%	31%	84845	65%	84845	166210	96910
115	132250	101458	46334	69%	31%	85916	65%	85916	166493	97075
116	133400	101380	46412	69%	31%	86988	65%	86988	166773	97238
117,05	134602	101301	46491	69%	31%	88110	65%	88110	167059	97405

# Příloha č. 2

ELEKTRINA smlouva na 2 roky	TYP DISTRIBUČNÍ SAZBY distribuční sazba	STANDARD		AKUMULACE 8		ELEKTRO- MOBILITA D27d	AKUMULACE 16	PRÍMOTOP D45d	TEPELNÉ ČERPADLO D56d	ELEKTRICKÉ TOPENÍ D57d	VÍKEND D61d
		D01d	D02d	D25d	D26d						
<b>OBCHODNÍ ČÁST CENY</b>											
1	vysoký tarif K2/MWh	3 569,50 (2 950,00)	3 569,50 (2 950,00)	3 556,19 (2 939,00)	3 556,19 (2 939,00)	3 401,31 (2 811,00)	3 650,57 (3 077,00)	3 496,90 (2 890,00)	3 400,10 (2 810,00)	3 400,10 (2 810,00)	3 401,31 (2 811,00)
2	nizký tarif K2/MWh	-	-	3 424,30 (2 830,00)	3 424,30 (2 830,00)	3 219,81 (2 661,00)	3 558,61 (2 941,00)	3 496,90 (2 890,00)	3 400,10 (2 810,00)	3 400,10 (2 810,00)	3 219,81 (2 661,00)
3	stálá platba K5/měsíc	119,79 (89,00)	119,79 (89,00)	107,69 (89,00)	107,69 (89,00)	107,69 (89,00)	107,69 (89,00)	107,69 (89,00)	107,69 (89,00)	107,69 (89,00)	107,69 (89,00)
<b>cena za dodávku elektřiny</b>											
4	vysoký tarif K2/MWh	2 605,01 (2 152,90)	1 976,61 (1 633,59)	2 061,36 (1 703,60)	2 061,36 (1 703,60)	2 061,36 (1 703,60)	302,16 (249,72)	302,16 (249,72)	302,16 (249,72)	276,87 (228,82)	3 239,74 (2 677,47)
5	nizký tarif K2/MWh	-	-	210,52 (173,98)	210,52 (173,98)	210,52 (173,98)	210,52 (173,98)	210,52 (173,98)	210,52 (173,98)	210,52 (173,98)	210,52 (173,98)
<b>stálá platba za rezervovaný příkon podle jističe</b>											
6	do 3 x 10 A do 1 x 25 A včetně K9/měsíc	25,41 (21,00)	66,55 (55,00)	75,02 (62,00)	111,32 (92,00)	71,39 (60,00)	141,57 (117,00)	164,56 (136,00)	164,56 (136,00)	164,56 (136,00)	41,14 (34,00)
7	nad 3 x 10 A do 3 x 16 A včetně K9/měsíc	41,14 (34,00)	106,48 (88,00)	119,79 (99,00)	177,87 (147,00)	113,74 (94,00)	226,27 (187,00)	262,57 (217,00)	262,57 (217,00)	263,78 (218,00)	66,55 (55,00)
8	nad 3 x 16 A do 3 x 20 A včetně K5/měsíc	50,82 (42,00)	133,10 (110,00)	150,04 (124,00)	222,64 (184,00)	141,57 (117,00)	281,93 (233,00)	329,12 (272,00)	329,12 (272,00)	329,12 (272,00)	82,28 (68,00)
9	nad 3 x 20 A do 3 x 25 A včetně K5/měsíc	64,13 (53,00)	165,77 (137,00)	187,55 (155,00)	278,30 (230,00)	177,87 (147,00)	353,32 (292,00)	411,40 (340,00)	411,40 (340,00)	411,40 (340,00)	104,06 (86,00)
10	nad 3 x 25 A do 3 x 32 A včetně K5/měsíc	81,07 (67,00)	212,96 (176,00)	239,58 (198,00)	356,95 (295,00)	227,48 (188,00)	451,33 (373,00)	526,35 (435,00)	526,35 (435,00)	526,35 (435,00)	131,89 (109,00)
11	nad 3 x 32 A do 3 x 40 A včetně K5/měsíc	101,64 (84,00)	266,20 (220,00)	298,57 (247,00)	445,28 (368,00)	284,35 (235,00)	565,07 (467,00)	656,24 (544,00)	656,24 (544,00)	676,39 (559,00)	165,77 (137,00)
12	nad 3 x 40 A do 3 x 50 A včetně K5/měsíc	127,05 (105,00)	332,75 (275,00)	373,89 (309,00)	557,81 (461,00)	355,74 (294,00)	706,64 (584,00)	822,80 (680,00)	822,80 (680,00)	1 016,40 (840,00)	206,91 (171,00)
13	nad 3 x 50 A do 3 x 63 A včetně K5/měsíc	159,72 (132,00)	418,66 (346,00)	470,69 (389,00)	701,80 (580,00)	447,70 (370,00)	889,35 (735,00)	1 035,76 (856,00)	1 035,76 (856,00)	1 493,14 (1 234,00)	260,15 (215,00)
14	nad 3 x 63 A do 3 x 80 A včetně K5/měsíc	-	-	-	-	-	-	-	-	2 470,82 (2 042,00)	-
15	nad 3 x 80 A do 3 x 100 A včetně K5/měsíc	-	-	-	-	-	-	-	-	4 561,70 (3 770,00)	-
16	nad 3 x 100 A do 3 x 125 A včetně K5/měsíc	-	-	-	-	-	-	-	-	8 609,15 (7 115,00)	-
17	nad 3 x 125 A do 3 x 160 A včetně K5/měsíc	-	-	-	-	-	-	-	-	17 577,67 (14 527,00)	-
18	nad 3 x 160 A za každý 1 A K9/měsíc	-	-	-	-	-	-	-	-	109,86 (90,79)	-
19	nad 3 x 63 A za každý 1 A K5/měsíc	2,54 (2,10)	6,64 (5,49)	7,48 (6,18)	11,14 (9,21)	7,10 (5,87)	14,12 (11,67)	16,44 (13,59)	16,44 (13,59)	16,44 (13,59)	4,14 (3,42)
20	nad 1 x 25 A za každý 1 A K5/měsíc	0,85 (0,70)	2,21 (1,83)	2,49 (2,06)	3,71 (3,07)	2,37 (1,96)	4,71 (3,89)	5,48 (4,53)	5,48 (4,53)	36,61 (30,26)	1,38 (1,14)
21	dán z elektřiny K2/MWh	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)
22	systémové služby K2/MWh	137,37 (113,53)	137,37 (113,53)	137,37 (113,53)	137,37 (113,53)	137,37 (113,53)	137,37 (113,53)	137,37 (113,53)	137,37 (113,53)	137,37 (113,53)	137,37 (113,53)
23	činnost OTE K5/měsíc	5,08 (4,20)	5,08 (4,20)	5,08 (4,20)	5,08 (4,20)	5,08 (4,20)	5,08 (4,20)	5,08 (4,20)	5,08 (4,20)	5,08 (4,20)	5,08 (4,20)
<b>podpora výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů (POZE)</b>											
24	podle jističe K5/A/počet fází	14,33 (11,84)	14,33 (11,84)	14,33 (11,84)	14,33 (11,84)	14,33 (11,84)	14,33 (11,84)	14,33 (11,84)	14,33 (11,84)	14,33 (11,84)	14,33 (11,84)
25	podle spotřeby K2/MWh	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)
<b>celková jednotková cena za elektřinu včetně daně z elektřiny a systémových služeb</b>											
26	vysoký tarif (řádky 1 + 4 + 21 + 22) K2/MWh	6 346,12 (5 244,73)	5 717,72 (4 725,39)	5 789,16 (4 784,43)	4 484,34 (3 706,07)	5 634,28 (4 656,43)	3 970,68 (3 281,55)	3 875,88 (3 201,55)	3 875,88 (3 201,55)	3 848,59 (3 180,65)	6 812,66 (5 650,30)
27	nizký tarif (řádky 2 + 5 + 21 + 22) K2/MWh	-	-	3 806,43 (3 145,81)	3 806,43 (3 145,81)	3 601,94 (2 976,81)	3 940,74 (3 256,81)	3 879,03 (3 205,81)	3 879,03 (3 205,81)	3 792,23 (3 125,81)	3 601,94 (2 976,81)
28	místní platby K5/měsíc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>poplatek na podporu výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů (POZE)</b>											
29	podle jističe K5/měsíc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	podle spotřeby K2/MWh	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)	599,95 (495,00)
<b>CELKOVÁ CENA</b>											
roční spotřeba v MWh ve vysokém tarifu x řádek 26											
+ roční spotřeba v MWh v nízkém tarifu x řádek 27											
+ 12 měsíců x řádek 28											
+ nižší výsledek z výpočtů POZE, podle jističe: 12 měsíců x řádek 29, nebo podle spotřeby: spotřeba v MWh ve vysokém a nízkém tarifu x řádek 30											

