

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Diplomová práce

**Návratnost investice do alternativních zdrojů energií
s využitím IoT pro konkrétní objekt**

Marek Váhala

© 2024 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Marek Váhala

Ekonomika a management

Provoz a ekonomika

Název práce

Návratnost investice do alternativních zdrojů energií s využitím IoT pro konkrétní objekt

Název anglicky

Return on investment in alternative energy sources using IoT for a specific building

Cíle práce

Zjistit návratnost investice do realizace alternativních zdrojů energií s přispěním IoT

Metodika

- zjištění cen (nákladů) na realizaci a provoz alternativních zdrojů energií a IoT
- odhad vývoje cen elektřiny v ČR
- výpočet předpokládaných příjmů
- výpočet návratnosti 1. a) jako celku, b) dílčích částí
- zjištění předpokládaného přínosu IoT tj. pro zrychlení návratnosti investice (optimální využití zařízení, předcházení ztrátám)

Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

Klíčová slova

návratnost, náklady, fotovoltaika, tepelné čerpadlo, IoT

Doporučené zdroje informací

Inamuddin, Materials for Solar Cell Technologies I, Materials Research Forum LLC, 2021, 9781644901090
KALOUDA, F. *Finanční řízení podniku*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o., 2019. ISBN 978-80-7380-756-6.

KNÁPKOVÁ, A. – PAVELKOVÁ, D. – REMEŠ, D. – ŠTEKER, K. *Finanční analýza : komplexní průvodce s příklady*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0563-2.

Roshak Michael, Artificial Intelligence for IoT Cookbook: Over 70 Recipes for Building AI Solutions for Smart Homes, Industrial IoT, and Smart Cities, Packt Publishing, Limited, 2021, 9781838986490

RŮČKOVÁ, P. *Finanční analýza : metody, ukazatele, využití v praxi*. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-2028-4.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 ZS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Mgr. Vladimír Očenášek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 17. 8. 2021

doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 24. 10. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Návratnost investice do alternativních zdrojů energií s využitím IoT pro konkrétní objekt" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30. března 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Mgr. Vladimíru Očenáškoví, Ph.D. vedoucímu mé práce za odborné vedení a rodině za podporu a trpělivost během studia.

Návratnost investice do alternativních zdrojů energií s využitím IoT pro konkrétní objekt

Abstrakt

Cílem této práce je zjistit návratnost investice do alternativních zdrojů energií pro starší rodinný dům. Konkrétně do fotovoltaiky a tepelného čerpadla s přispěním IoT.

Nejprve jsem stanovil důvody, proč vznikla tato práce a vymezil jsem okruh potenciálních subjektů, pro které by mohla být užitečná. Poté jsem shrnul současný stav technologie pro fotovoltaiku a tepelná čerpadla. Následuje vhled do IoT a způsoby výpočtu návratnosti investice.

Na základě současného a předpokládaného využití domu jsem zvolil pro výrobu elektrické energie – fotovoltaiku a pro výrobu tepla a ohřevu vody – tepelné čerpadlo typu vzduch/voda, přičemž IoT je nedílnou součástí těchto zařízení. Po obdržení cenových a technických nabídek od dodavatelů jsem z nich vybral vhodné alternativy a spočítal návratnost.

Klíčová slova: návratnost, náklady, fotovoltaika, tepelné čerpadlo, IoT, fotovoltaická střešní krytina, fotovoltaické panely, elektřina

Return on investment in alternative energy sources using IoT for a specific building

Abstract

The aim of this work is to determine the return on investment in alternative energy sources for an older family house. Specifically in photovoltaics and heat pump with IoT contribution.

First, I set out the reasons why this thesis was written and defined the range of potential subjects for whom it could be useful. I then summarised the current state of the art for photovoltaics and heat pumps. This is followed by an insight into IoT and how to calculate the return on investment.

Based on the current and projected use of the house, I chose photovoltaics for electricity generation and an air/water heat pump for heat and water production, with IoT being an integral part of these devices. After receiving quotes and technical proposals from suppliers, I selected suitable alternatives and calculated the payback.

Keywords: payback, cost, photovoltaics, heat pump, IoT, photovoltaic roofing, photovoltaic panels, electricity

Obsah

1 Úvod.....	13
2 Cíl práce a metodika	17
2.1 Cíl práce	17
2.2 Metodika	17
3 Teoretická východiska	18
3.1 Alternativní zdroje energie.....	18
3.1.1 Fotovoltaická zařízení.....	18
3.1.2 Tepelná čerpadla	26
3.2 Internet of Things (IoT) – internet věcí.....	29
3.3 Návrh investice	36
4 Analytická část	39
4.1 Stav objektu.....	39
4.1.1 Současný stav.....	39
4.1.2 Předpokládané využití objektu.....	41
4.2 Prognóza vývoje cen elektřiny v ČR.....	43
4.2.1 Zjednodušené složení ceny elektřiny pro domácnosti	43
4.2.2 Kde se tvoří cena silové elektřiny	45
4.2.3 Jak se tvoří cena silové elektřiny	46
4.2.4 Vývoj ceny silové elektřiny	49
4.3 Fotovoltaické zařízení	54
4.3.1 Stanovení parametrů pro podání poptávky dodavatelům	54
4.3.2 Oslovení a vyhodnocení cenových nabídek dodavatelů	57
4.3.3 Kompromisní nabídka.....	59
4.3.4 Výpočet návratnosti kompromisní a referenční nabídky	60
4.4 Tepelné čerpadlo vzduch/voda.....	62
4.4.1 Zpracování nabídky TČ ACOND	62
4.4.2 Výpočet společné návratnosti FVE a TČ.....	65
4.5 Předpokládaný přínos IoT	67
5 Zhodnocení výsledků a doporučení	69
5.1 Prognóza vývoje cen elektřiny v ČR – jak se vyhnout vyšší ceně za elektřinu.....	69
5.2 Fotovoltaické zařízení – jak vybrat FV střešní krytinu	69
5.3 Zhodnocení vypočtených dob návratností	70
6 Závěr.....	71
7 Seznam použitých zdrojů	72
8 Přílohy	83

Seznam obrázků

Obrázek 1	Náklady na bydlení z disponibilního příjmu – celkem, 2021 (v %)	13
Obrázek 2	Struktura měsíčních nákladů domácností na bydlení (v %) v roce 2020	14
Obrázek 3	Rozdělení spotřeby paliv a energií na účely užití v roce 2020	14
Obrázek 4	Rozdělení domácností podle teploty v °C v nejčastěji obývané místnosti v %	14
Obrázek 5	Obydlené domy podle období výstavby nebo rekonstrukce v Česku	15
Obrázek 6	Stav zateplení rodinných domů (955 tis.) postavených do roku 1980	16
Obrázek 7	Typ bydlení ve městech nebo na venkově, 2021 (v % z celkového počtu obyvatel)	16
Obrázek 8	Konstrukce a přeměna energie v krystalickém křemíkovém solárním článku	18
Obrázek 9	Tok energie v solárním článku	18
Obrázek 10	Složení FV pole	18
Obrázek 11	Nejvíce vyráběné FV technologie	18
Obrázek 12	Podíl FV technologií na celosvětové výrobě	19
Obrázek 13	Procentní podíl tenkovrstvých (Thin film) technologií na celosvětové výrobě	19
Obrázek 14	Srovnání účinnosti FV technologií (nejlepší lab. články vs. nejlepší lab. panely)	20
Obrázek 15	FV fasády	21
Obrázek 16	FV okna	21
Obrázek 17	Nad střešní krytinou	21
Obrázek 18	Integrace ve střešní krytině	21
Obrázek 19	Samotná střešní krytina	21
Obrázek 20	Složitost materiálu článků podle technologií	22
Obrázek 21	Tloušťka materiálu článků podle technologií	22
Obrázek 22	Krystalická	22
Obrázek 23	Tenkovrstvá	22
Obrázek 24	Koncentrovaná	22
Obrázek 25	Využití perovskitových FV článků	24
Obrázek 26	Využití elektrické energie vyrobené z FV elektrárny během dne	24
Obrázek 27	Zjednodušené schéma principu kompresorového tepelného čerpadla	27
Obrázek 28	Vývoj prodeje tepelných čerpadel v letech 2010–2022 (ks)	28
Obrázek 29	Bezdrátové komunikační standardy a porovnání standardů pro IoT	32

Obrázek 30	Zjednodušené schéma prvků chytré domácnosti/domu	33
Obrázek 31	Orientační přehled firem, které nabízejí produkty pro chytrou domácnost (IoT) na českém trhu.....	34
Obrázek 32	Elementární metody finanční analýzy.....	36
Obrázek 33	Metody hodnocení efektivnosti investic podle zohlednění hlediska času.....	37
Obrázek 34	Náčrt objektu	39
Obrázek 35	Výňatek z přílohy 10 – cena elektřiny v Kč/MWh za jednotlivé roky	41
Obrázek 36	Složky cen elektřiny pro malooběratele a domácnosti v roce 2019.....	44
Obrázek 37	Složky cen elektřiny pro domácnosti v roce 2020	44
Obrázek 38	Složení ceny elektřiny pro domácnosti v roce 2021	44
Obrázek 39	Složení ceny elektřiny pro domácnosti 2022, Výpočet reálné nabídky včetně DPH	44
Obrázek 40	Složení cen elektřiny pro domácnosti (%) v hlavních městech v září 2023 ..	45
Obrázek 41	Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto – 2022.....	47
Obrázek 42	Vývoj podílu vybraných paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto	47
Obrázek 43	Náklady na výrobu 1 MWh elektrické energie u hlavních typů zdrojů v ČR	48
Obrázek 44	Náklady na výrobu 1 MWh elektrické energie dle typu zdroje v roce 2020 .	48
Obrázek 45	Náklady na výrobu 1 MWh elektrické energie u hlavních typů zdrojů v ČR	48
Obrázek 46	Seřazení zdrojů podle jejich nejnižší možné ceny elektřiny	49
Obrázek 47	Cena elektřiny je určena nejdražším zdrojem, který je ještě potřeba.....	49
Obrázek 48	Vývoj ceny silové elektřiny na komoditní burze Power Exchange Central Europe, a. s., ceny ročních dlouhodobých kontraktů.....	50
Obrázek 49	Průměrné a mezní hodnoty ceny silové elektřiny od roku 2008.....	51
Obrázek 50	Simulované tržní ceny v jednotlivých scénářích.....	52
Obrázek 51	Prodaná elektřina v TWh na roky 2024-2026 stav k 30. 9. 2023.....	53
Obrázek 52	Doplňek k výňatku z přílohy 10.....	53
Obrázek 53	Chybně a správně uvedený údaj o výkonu FV modulu ze dne 18. 3. 2024 ...	56
Obrázek 54	Obecná poptávka pro FV střešní krytině a panelech.....	57
Obrázek 55	Výňatek z přílohy 10 – celková roční platba za plyn v jednotlivých letech ..	65

Seznam tabulek

Tabulka 1	Technologie FV	22
Tabulka 2	Inovace FV	22
Tabulka 3	Směry vývoje IoT	30
Tabulka 4	Náklady na energie (elektřina a plyn) za rok 2023	40
Tabulka 5	Jaké položky hradí domácnost připojená k odběru elektrické energie ze sítě ..	46
Tabulka 6	Výrobci/prodejci FV střešní krytiny v ČR.....	55
Tabulka 7	Srovnání FV střešní krytiny	58
Tabulka 8	Nabídky FVE z přelomu února a března 2024.....	59
Tabulka 9	Výpočet návratnosti kompromisní a referenční nabídky	61
Tabulka 10	Technická specifikace Acond GRANDIS N.....	63
Tabulka 11	Technická data TČ vzduch-voda Acond GRANDIS	64
Tabulka 12	Výpočet společné návratnosti FVE a TČ.....	66

Seznam použitých zkratk

COP	Coefficient of Perfomance topný faktor (energetická účinnost tepelného čerpadla)
ERÚ	Energetický regulační úřad
FV	fotovoltaické/ý
FVE	fotovoltaická elektrárna
ChD	chytrá domácnost/dům
IoT	Internet of Things internet věcí
ML	Machine Learning strojové učení
PoZE (POZE)	podporované (obnovitelné) zdroje energie
STC	Standard Test Conditions standardní zkušební podmínky
TČ	tepelné čerpadlo

1 Úvod

V době, kdy jsme velkou měrou nebo zcela odkázaní na používání elektrické energie (Energie | ČSÚ, 2023), je v současnosti Česko zemí s vysokou cenou této komodity.

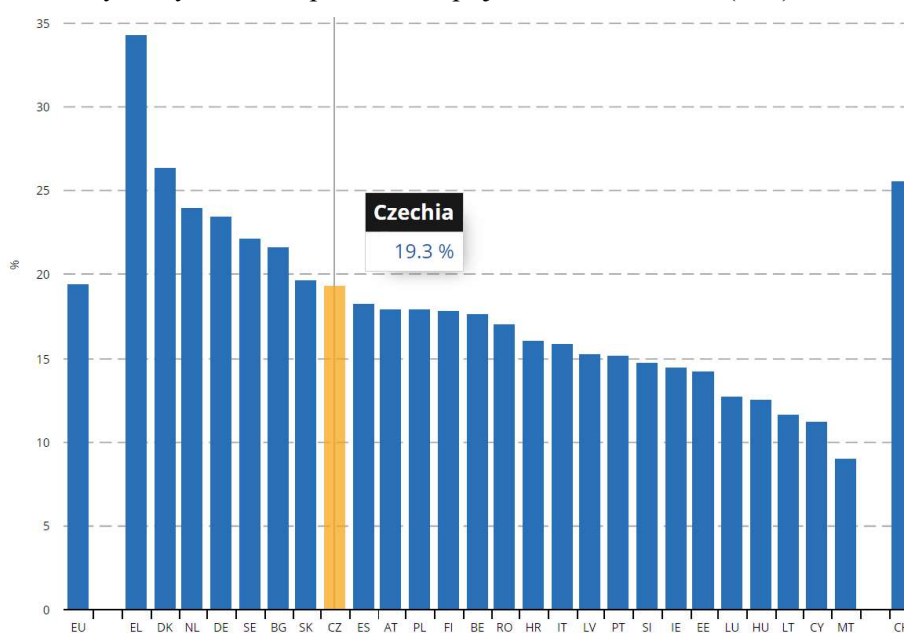
„Cena elektřiny pro domácnosti se v první polovině roku 2022 ve srovnání s první polovinou roku 2021 zvýšila v Česku o 62 %“ (Electricity and gas prices in the first half of 2022, 2022), což bylo nejvíce ze států Evropské unie (Příloha 1). I v rámci Evropy (Příloha 1), jak udává „červencový index HEPI (Household Energy Price Index), který porovnává cenu energií pro domácnosti v jednotlivých evropských metropolích. Pražané platí po přepočtu dle parity kupní síly měny za elektřinu nejvyšší cenu zhruba 52 eurocentů za kWh“ (Kovanda, 2022).

„Průměrná domácnost v České republice čelila mezi červnem 2021 a 2023 inflaci cen energií ve výši 61,5 %“ (MPSV, 2023, s. 1).

Vzhledem k růstu a volatilitě cen energií na trhu je důležité snížit náklady rodinného domu na energie a dosáhnout částečné soběstačnosti v jejich produkci.

Náklady na bydlení podle Eurostatu za rok 2021 (Electricity and gas prices in the first half of 2022, 2022) představují pro průměrného občana Česka 19,3 % z jeho disponibilních příjmů (Obrázek 1), těsně pod průměrem EU. Pro osoby s disponibilním příjmem nižším než 60 % mediánu příjmu je to, ale již 43,4 %, což jsou 6. nejvyšší náklady na bydlení v EU a přesahují průměr EU o 5,2procentního bodu.

Obrázek 1 Náklady na bydlení z disponibilního příjmu – celkem, 2021 (v %)



Zdroj: Housing in Europe — 2022 interactive edition, 2022

Měsíční náklady domácností na energie v roce 2020 činily 56,6 % (Obrázek 2) z nákladů na bydlení (ČESKO V ČÍSLECH 2021, 2021, s. 67).

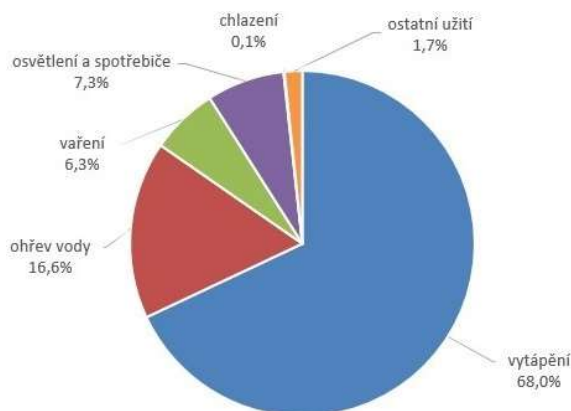
Obrázek 2 Struktura měsíčních nákladů domácnosti na bydlení (v %) v roce 2020



Zdroj: ČESKO V ČÍSLECH 2021, 2021, s. 67

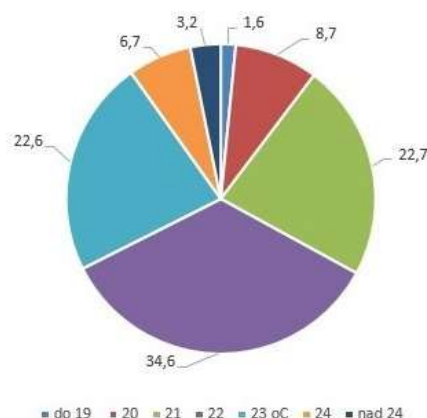
Dle zjištění ČSÚ (Spotřeba paliv a energií v domácnostech Energo - 2021 | ČSÚ, 2022) v roce 2020 vynaložili domácnosti 68 % spotřeby paliv a energií na vytápění a přes 16 % na ohřev vody (Obrázek 3) a necelých 68 % domácností vytápí na maximální 22 °C (Obrázek 4).

Obrázek 3 Rozdělení spotřeby paliv a energií na účely užití v roce 2020



Zdroj: Spotřeba paliv a energií v domácnostech Energo - 2021 | ČSÚ, 2022

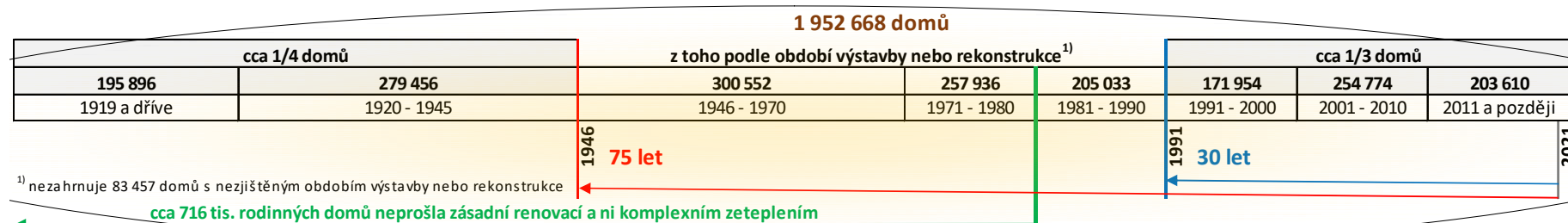
Obrázek 4 Rozdělení domácností podle teploty v °C v nejčastěji obývané místnosti v %



Zdroj: Spotřeba paliv a energií v domácnostech Energo - 2021 | ČSÚ, 2022

K 26. 3. 2021 stálo v Česku 2 317 276 domů (domovní fond). Z nich bylo cca 449 tis. (cca 19,4 %) postaveno (Domy | Sčítání 2021, 2023) v posledních 30 letech a zhruba 1/4 všech domů zde stálo již před 75 lety tj. před rokem 1946 (Domy | Sčítání 2021, 2023). Z celkového domovního fondu (rodinné, bytové domy a ostatní budovy) bylo obydleno 1 952 668 domů (Obrázek 5) .tj. cca 84,3 % (Domy | Sčítání 2021, 2023). Z obydlených domů bylo 1 709 845 rodinných, 1 716 302 vlastnily fyzické osoby a 1 609 257 bylo postaveno z kamene, cihel a tvárnic (Domy | Sčítání 2021, 2023).

Obrázek 5 Obydlené domy podle období výstavby nebo rekonstrukce v Česku



Pozn.: Čím žlutější podbarvení v obrázku, tím více bude potřeba větší či menší rekonstrukce domu tak, aby byla snížena jeho energetická náročnost.

Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – Domy | Sčítání 2021, 2023; Aliance Zateplujeme Česko, 2023

„Většina rodinných domů byla postavena do roku 1980 (Obrázek 5), přičemž zhruba 75 % z nich neprošlo zásadní renovací ani komplexním zateplením (Obrázek 5 a 6). Tehdy bylo postaveno 56 % rodinných domů. To znamená 955 tisíc rodinných domů z celkem 1,7 miliónu obydlených rodinných domů“ (Aliance Zateplujeme Česko, 2023).

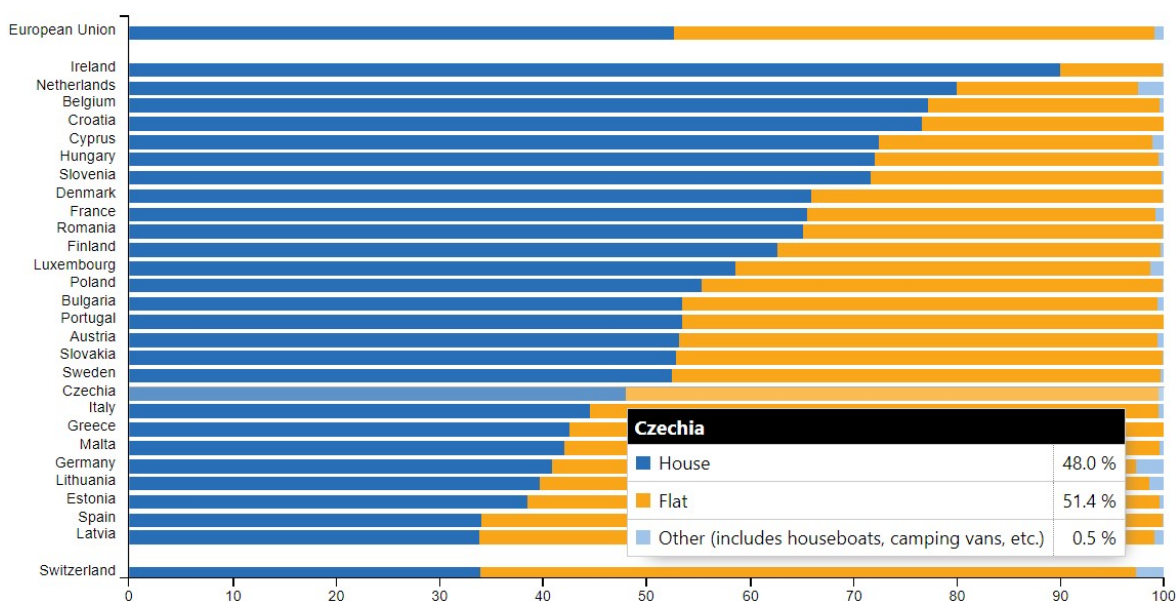
Obrázek 6 Stav zateplení rodinných domů (955 tis.) postavených do roku 1980



Zdroj: Aliance Zateplujeme Česko, 2023

Zhruba polovina obyvatel (Obrázek 7) v roce 2021 žila v ČR v rodinných domech (Housing in Europe — 2022 interactive edition, 2022).

Obrázek 7 Typ bydlení ve městech nebo na venkově, 2021 (v % z celkového počtu obyvatel)



Zdroj: Housing in Europe — 2022 interactive edition, 2022

Z výše uvedených dat vyplývá, že více jak 500 tisíc starších rodinných domů může být vybaveno alternativními zdroji energií s využitím IoT.

Ke snížení spotřeby energií v domácnostech (rodinného domu) lze využít fotovoltaiku (sníží spotřebu elektrické energie) a tepelné čerpadlo (sníží spotřebu energií např.: elektrickou na vytápění (chlazení) a ohřev vody). IoT, které je většinou součástí těchto zařízení by nám mělo dopomoci k jejich optimálnímu vyžití a zvýšení komfortu při užívání domu.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Zjistit návratnost investice do realizace alternativních zdrojů energií s přispěním IoT

2.2 Metodika

- zjištění cen (nákladů) na realizaci a provoz alternativních zdrojů energií a IoT
- odhad vývoje cen elektřiny v ČR
- výpočet předpokládaných příjmů
- výpočet návratnosti a) jako celku, b) dílčích částí
- zjištění předpokládaného přínosu IoT, tj. pro zrychlení návratnosti investice

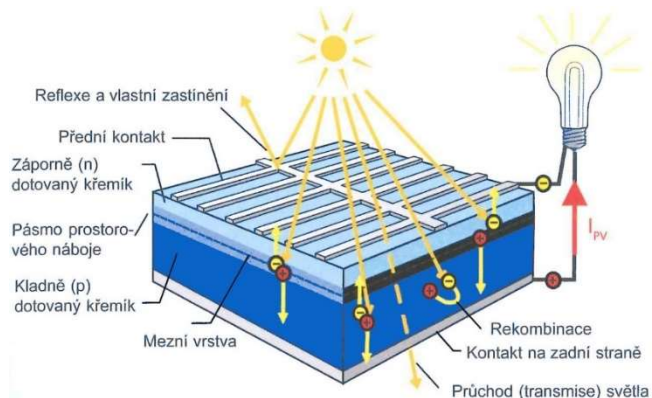
3 Teoretická východiska

3.1 Alternativní zdroje energie

3.1.1 Fotovoltaická zařízení

Přeměna sluneční energie na elektrickou energii probíhá prostřednictvím fotovoltaického jevu (Obrázek 8 a 9), který byl objeven již v roce 1839. Na polovodičový materiál v n-vrstvě (záporná) dopadají fotony, které z této vrstvy uvolňují elektrony a ty se přesouvají k p-vrstvě (kladná). V n-vrstvě dochází k přebytku volných elektronů a nedostatku je vystavena p-vrstva. Přesun volných elektronů tento nedostatek doplní a dochází k průtoku elektrického proudu od – do +. Při tomto jevu se nespotřebovávají látky solárně aktivních materiálů a vše probíhá bez emisí a bez hluku (Haselhuhn, 2011, s. 13-15).

Obrázek 8 Konstrukce a přeměna energie v krystalickém křemíkovém solárním článku



Zdroj: Haselhuhn, 2011, s. 15

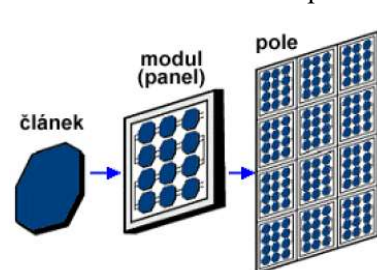
Obrázek 9 Tok energie v solárním článku



Zdroj: Haselhuhn, 2011, s. 15

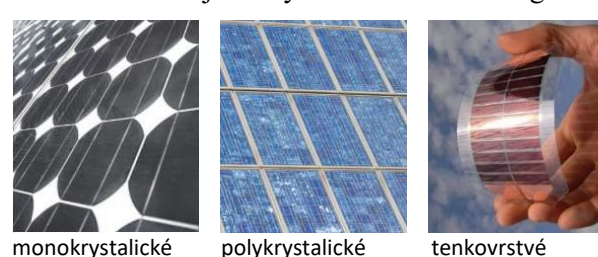
Základním prvkem (Obrázek 10) při stavbě fotovoltaické (FV) elektrárny je fotovoltaický (solární) článek. Více FV článků tvoří FV modul (panel).

Obrázek 10 Složení FV pole



Zdroj: Melicherová, 2018, s. 11

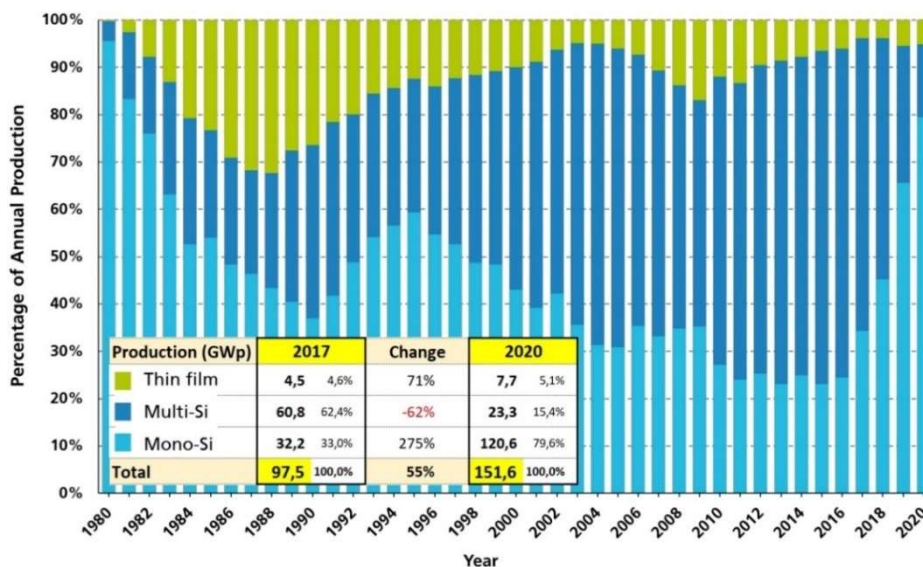
Obrázek 11 Nejvíce vyráběné FV technologie



Zdroj: Organické solární panely ...; 2018, 00801_FL_NA_PVTechComparison_07MAR11.indd, 2011, s. 1

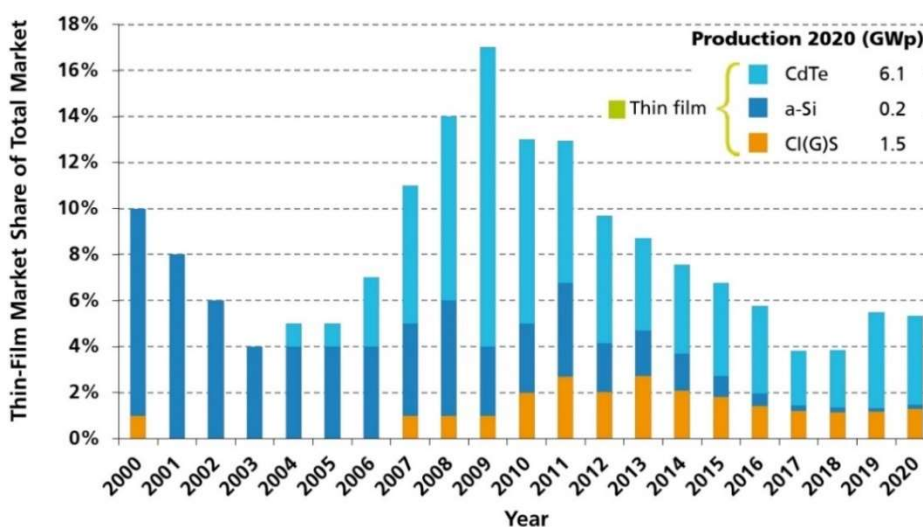
Ve světě se v současné době nejvíce vyrábějí (Obrázek 11, 12 a 13) monokrystalické (více jak 79 %), multikrystalické (polykrystalické) křemíkové a tenkovrstvé FV panely.

Obrázek 12 Podíl FV technologií na celosvětové výrobě



Zdroj: doplnil autor za použití zdrojů – Photovoltaics Report, 2021, s. 22

Obrázek 13 Procentní podíl tenkovrstvých (Thin film) technologií na celosvětové výrobě



Zdroj: Photovoltaics Report, 2021, s. 23

Monokrystalické křemíkové články jsou složeny z jednoho krystalu a vyrábí se většinou tzv. Czochralského metodou (tažením). Při výrobě se vytváří válce a z nich se řežou plátky, které jsou základem FV článku. Barva je tmavomodrá až černá (Obrázek 11). Vykazují vyšší účinnost při vyšších intenzitách záření (Haselhuhn, 2011, s. 17-19). Běžná účinnost prodáváných panelů je 20 % (Sedlák, 2020).

Polykrystalické křemíkové články jsou složeny z více krystalů a vyrábí se většinou metodou blokového lití (odlévání). Výsledkem jsou bloky, které se postupně rozřežou

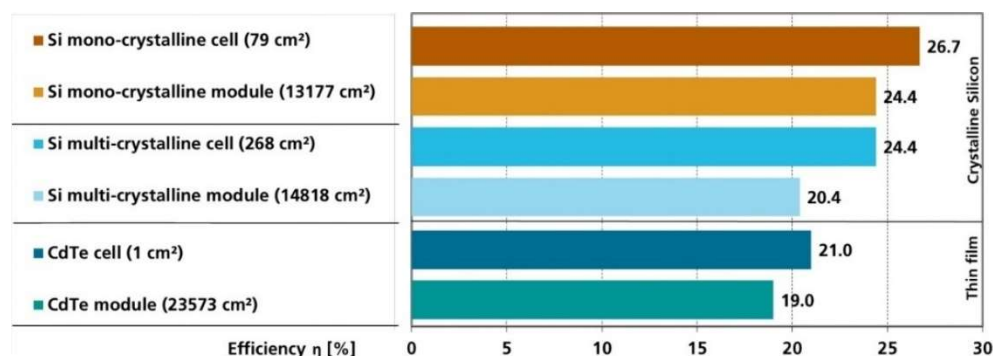
na destičky (wafers). Barva je modře se třpytící (Obrázek 11). Jsou méně nákladné (využití zbytků z výroby) než monokrystalické a vyšší účinnosti dosahují při nižší intenzitě záření (Haselhuhn, 2011, s. 19-21). Běžná účinnost prodávaných panelů je 17 % (Sedlák, 2020).

Životnost mono a polykrystalických panelů od zavedených výrobců může být 30 až 40 let (Sedlák, 2020).

Tenkovrstvé články jsou složeny z polovodičů a výroba spočívá v nanášení tenkých vrstev (tloušťka 1-6 μm) na nepolovodičový základ např. plast, sklo. Barva může být jakákoliv (Haselhuhn, 2011, s. 21).

Přestože technologie výroby krystalického křemíku (tloušťka 120-250 μm) je nejstarší, drží si dominantní postavení na trhu díky nákladově efektivnímu výrobnímu procesu, spolehlivosti a vysoké účinnosti. Výhody tenkovrstvé technologie jako např. menší citlivost na teplotu, na zastínění, lepší geometrická volnost, flexibilita, homogenní vzhled a velmi nízká hmotnost budou ve větší míře využity v následujícím období (Haselhuhn, 2011, s. 21). „Již zmiňovaná účinnost článku nebo panelu určuje maximální elektrický výkon, který může vyrobít určitá plocha článku nebo panelu“ (Haselhuhn, 2011, s. 47). Jelikož výkon FV článků a panelů závisí na slunečním záření, teplotě a slunečním spektru (úhel dopadu světla) byly stanoveny standardní zkušební podmínky (STC – Standard Test Conditions), za kterých se provádí měření: sluneční záření 1000 W/m^2 , teplota článku nebo panelu $25 \text{ }^\circ\text{C}$ a sluneční spektrum $\text{AM} = 1,5$. Výkon se udává ve Wp (watt peak – špičková hodnota). Platí, že účinnost panelu je vždy menší než článku (Obrázek 14, Příloha 2) a čím menší účinnost tím větší potřeba plochy (Haselhuhn, 2011, s. 46-48; Fotovoltaika - Green Technology, b. r.).

Obrázek 14 Srovnání účinnosti FV technologií (nejlepší lab. články vs. nejlepší lab. panely)



Zdroj: Photovoltaics Report, 2021, s. 26

Na výkon, účinnost mohou mít vliv například tyto faktory: počasí (vítr, kroupy, sníh, led atd.), veličiny zahrnuté v STC, stínění panelu, zapojení paralelně či sériově, úhel sklonu, orientace na světové strany a obecně čistota panelu.

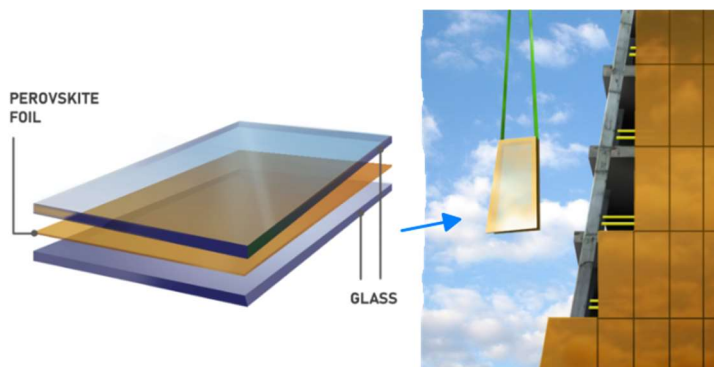
FV panely lze nainstalovat horizontálně na zemědělskou půdu (agrovoltaika či agri-voltaika), volnou nezemědělskou plochu (výrobek firmy Smartflower Solar) nebo vodní hladinu (plovoucí FV elektrárna – PFVE) (Příloha 3), nebo vertikálně např. fasády domů (Obrázek 15), žaluzie, okna (Obrázek 16) a především na střechy domů. Díky novým technologiím a inovacím je bude možné instalovat v podstatě kdekoliv, kde najdou využití (Haselhuhn, 2011, s. 66-98).

Obrázek 15 FV fasády



Zdroj: Pojar, 2019

Obrázek 16 FV okna



Zdroj: BIPV – Saule Technologies, 2021

Na střechy se převážná část FV panelů montuje nad střešní krytinou (Obrázek 17). Další variantou je integrovat panely do střechy bez použití konzol (Obrázek 18), ale jako elegantní řešení se jeví stav, kdy FV prvky tvoří samotnou střešní krytinu (Obrázek 19).

Obrázek 17 Nad střešní krytinou



Zdroj: Mounting Systems, 2018

Obrázek 18 Integrace ve střešní krytině



Zdroj: Ušák, 2008

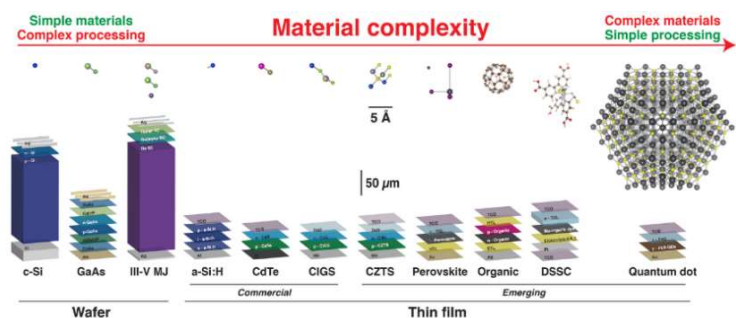
Obrázek 19 Samotná střešní krytina



Zdroj: Pojar, 2019

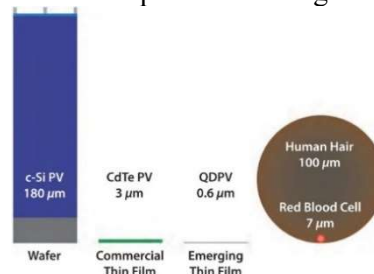
FV technologie by se daly rozdělit podle několik hledisek: podle druhu materiálu (křemíkové, ostatní polovodiče), podle složitosti materiálu (Obrázek 20) a tím související podle struktury materiálu (monokrystalické, polykrystalické, amorfni), podle druhu vrstev (tenkovrstvé, tlustovrstvé), podle tloušťky materiálu (Obrázek 21) atd.

Obrázek 20 Složitost materiálu článků podle technologií



Zdroj: Joel Jean - Research, 2020

Obrázek 21 Tloušťka materiálu článků podle technologií



Zdroj: The Future of Solar Energy, 2015, s. 28

V příloze 4 je zjednodušené schéma FV technologií, které si neklade za cíl vyčerpávajícím způsobem postihnout všechny varianty, neboť v tomto oboru dochází k dynamickému vývoji a prolínání technologií a inovací napříč generacemi, čímž vznikají nové složitě zařaditelné technologie. Jako příklad rozmanitosti je níže uveden seznam 22 FV technologií (Tabulka 1), které ve svém článku popisuje Askari Mohammad Bagher a 11 FV inovací (Tabulka 2), které přibližuje Jason Svarc.

Tabulka 1 Technologie FV

Hybrid Solar Cell	Photoelectrochemical Cell (PEC)
Polymer Solar Cell	Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC)
Biohybrid Solar Cell	Polycrystalline Solar Cell (Multi-Si)
Toxicity of Cadmium	Amorphous Silicon Solar Cell (A-Si)
Perovskite Solar Cell	Cadmium Telluride Solar Cell (CdTe)
Nanocrystal Solar Cell	Monocrystalline Solar Cell (Mono-Si)
Black Silicon Solar Cells	Concentrated PV Cell (CVP and HCVP)
Quantum Dot Solar Cell	Luminescent Solar Concentrator Cell (LSC)
Buried Contact Solar Cell	Gallium Arsenide Germanium Solar Cell (GaAs)
Thin Film Solar Cell (TFSC)	Micromorph Cells (Tandem-Cell Using a-Si/ μ c-Si)
Multijunction Solar Cell (MJ)	Copper Indium Gallium Selenide Solar Cells (CI (G) S)

Zdroj: Bagher, 2015

Tabulka 2 Inovace FV

Overlapping cells
High-density cells
Micro-wire busbars
HJT - Heterojunction cells
Split cells - half-cut and 1/3 cut cells
PERC - Passivated Emitter Rear Cells
IBC - Interdigitated Back Contact cells
Shingled Cells - Multiple overlapping cells
TOPCon - Tunnel Oxide Passivated Contact
Gapless Cells - High-density cell construction
Multi Busbar - Multi ribbon and micro-wire busbars

Zdroj: Svarc, 2021a

Pro velkovýrobu se vymezipily tři základní směry FV: 1. mono a polykrystalické moduly (Obrázek 22) (pro nízké pořizovací náklady), 2. tenkovrstvé fólie (Obrázek 23) (hlavně pro svou flexibilitu), 3. koncentrovaná FV (Obrázek 24) (pro svou účinnost).

Obrázek 22 Krystalická



Zdroj: Waaree ..., 2021

Obrázek 23 Tenkovrstvá



Zdroj: Solar Thin ..., 2021.

Obrázek 24 Koncentrovaná



Zdroj: III-V and CPV, 2019.

Pro ilustraci současného stavu běžně dostupných FV panelů je v příloze 5 uvedeno 20 nejúčinnějších FV panelů za červenec 2021, kdy se maximální účinnost panelů pohybuje v rozmezí od 20,2 do 22,8 %. V příloze 6 je uvedeno 10 nejlepších výrobců FV panelů dostupných v Austrálii, kde stojí za zmínku, že polovina z nich nabízí záruka až 25 let a po 25 letech neklesá účinnost panelů pod 84,8 %, ale může dosahovat i 92 %.

Reálněji jsou uvedena data o průměrné účinnosti FV panelů podle výrobců prodávajících v USA (Příloha 7), kterých je přes 40 a průměrná účinnost panelů se pohybuje od 15,03 do 20,73 %. Výše uvedené zámořské zdroje, lze využít i ČR, neboť nemálo výrobců dodává své produkty do EU.

Pro nadcházející období je velmi slibným technologickým směrem využití perovskitu (minerálu) k výrobě FV článků 3. generace (Inamuddin, 2021, s. 3). Vynález perovskitových materiálů v roce 2009 podnítil jejich výzkum (Inamuddin, 2021, s. 38). V téže roce „měly jen 3,9 % účinnost (a tehdy by je jistě spousta lidí označila za nesmysl, kterému nemá smysl se věnovat, když nedosahuje standardů již existujících technologií), a dnes (2021) už se pohybují nad hranicí 25 %“ (Šurkala, 2021).

Dynamický vývoj zachycuje příloha 8. Tento překotný pokrok je způsoben mimo jiné vynikajícími optoelektronickými vlastnostmi (Inamuddin, 2021, s. 16), vynikající absorpcí světla perovskitových materiálů, mobilitou článků, nízkými výrobními náklady (snadná výroba) a stále se zvyšující účinností (Berry, 2021).

Oblast použití perovskitových FV článků (PFVC) zahrnuje mimo jiné nízkopříkonovou elektroniku, detektory a související systémy integrovaných obvodů pro dynamické řízení energie s mnoha aplikacemi (Berry, 2021). „Nová technologie se má používat kromě stavebnictví i v oblasti internetu věcí (IoT)“ (Novák, 2021).

V současné době se rozeběhla výroba polské firmy Saule jejich „ohebných (tenkovrstvých) PFVC, které jsou desetkrát lehčí než tradiční FV ze skla a křemíku“ (Novák, 2021). Při výrobě jsou „používány syntetické perovskity, které mohou dosáhnout značné účinnosti a síly a nemusí se těžit“ (Novák, 2021). Výsledkem jsou potištěné plastové fólie s rozmanitým využitím (Obrázek 25).

V následujících letech by měla společnost Oxford PV rozběhnout masovou výrobu hybridních (tandemových) PFVC v sousedním Německu. (Šurkala, 2021). „V prosinci roku 2020 už získali certifikaci na svou poslední verzi, která dosahuje 29,52 % účinnosti (Šurkala, 2021).

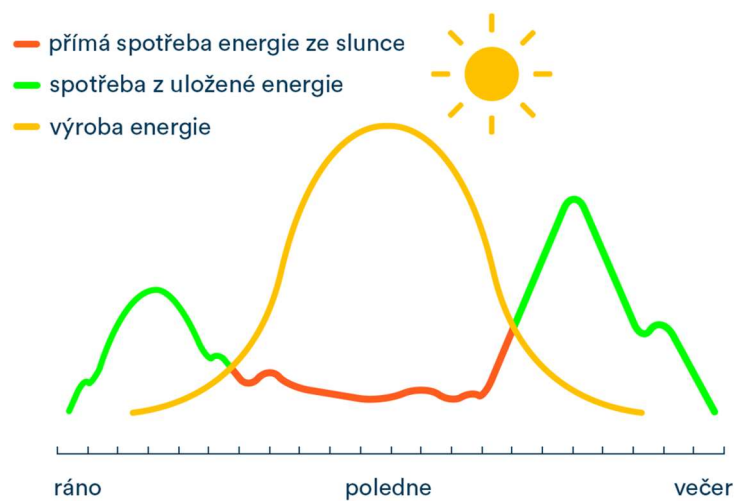
Obrázek 25 Využití perovskitových FV článků



Zdroj: IoT – Saule Technologies, 2021; Blinds – Saule Technologies, 2021

S produkcí elektrické energie přes FV vyvstává otázka, co s energií, kterou momentálně nepotřebujeme? Je vyráběna nerovnoměrně během dne (Obrázek 26), ale i roku bez ohledu na potřebu. Je tady řešení v podobě fyzické a virtuální baterie (net metering) a jejich kombinace.

Obrázek 26 Využití elektrické energie vyrobené z FV elektrárny během dne



Zdroj: Olife Energy, 2024

Fyzická baterie je klasické řešení, kdy slouží zároveň jako záložní zdroj pro případ výpadku proudu a poskytuje určitou nezávislost. Vyrábí se o různých kapacitách nebo v jedné variantě s možností seskupování. Vydrží dle konfigurace několik dní. Nevýhodou oproti virtuální baterii je pořizovací cena a někdy hluk.

Virtuální baterie, jedná se o službu distributorů elektrické energie (v České republice je relativně nová). Nevyužitá energie putuje do sítě distributora a ten v době potřeby ji napět poskytné zákazníkovi, takže je virtuálně uskladněna u něj. Tento proces zákazník pocítí většinou na bázi periodického zúčtování (započtení – snížení spotřebované energie). Nevýhodu jsou provozní náklady na tuto službu ve formě paušální platby nebo v nižší uskladňovací ceně.

Obě varianty poskytují možnost nižší platby za rezervovaný příkon (nižší paušální platby za jistič), přístup ke sledování přes mobilní aplikaci a současné provozování obou (Zilvar, 2018; Fotovoltaika pro domácnosti | E.ON, 2021; ČEZ Battery Box, 2021).

3.1.2 Tepelná čerpadla

Principem TČ je přeměna tepelné energie (teplo o nízké teplotě, nízkopotenciální teplo) přijímané z okolního prostředí (vzduch, země, voda) z nižší na vyšší teplotní úroveň. Při této přeměně TČ na svůj provoz potřebuje méně energie (např. elektrické), než je energie (tepelná) vyrobená. Takto vzniklé teplo lze použít k ohřevu vody, k topení (především v nízkoteplotních systémech např. podlahové topení).

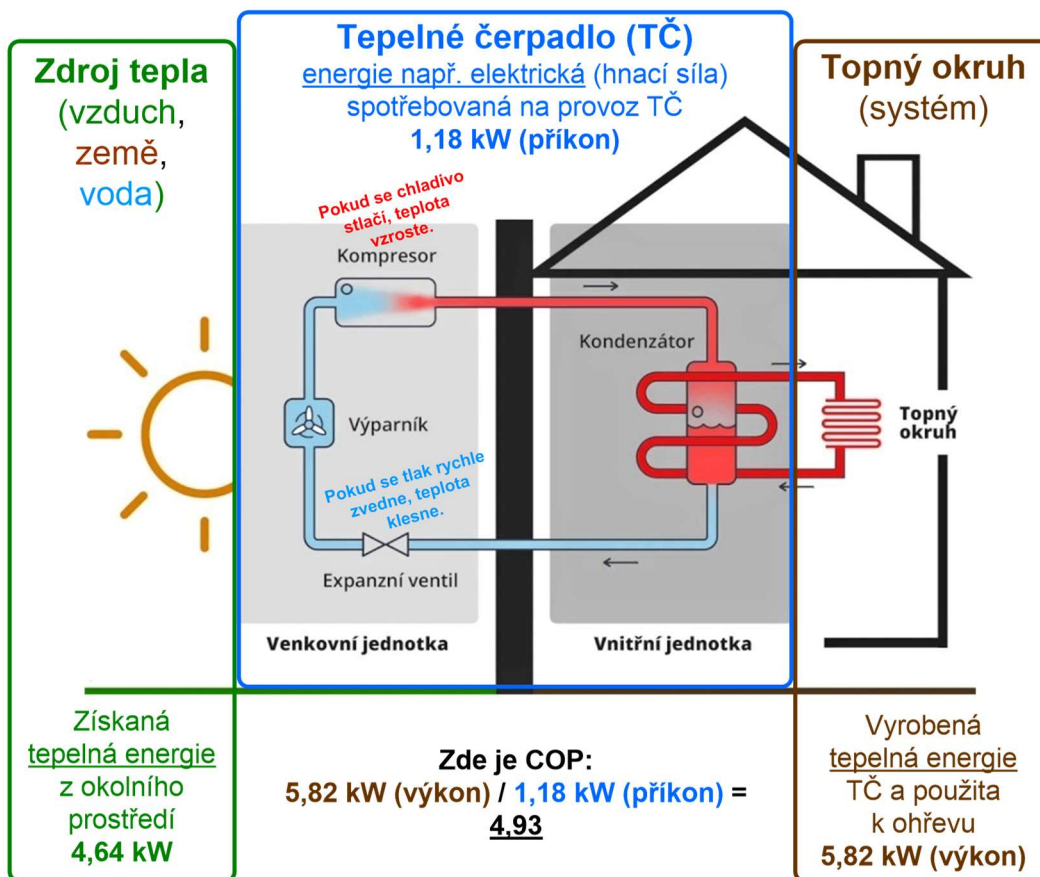
TČ se skládá (Obrázek 27) ze dvou částí: venkovní a vnitřní jednotky, z těchto hlavních komponent: kompresor, expanzní ventil a dvou výměníků: výparník (je chladný) a kondenzátor (je teplý).

Odebrané nízkopotenciální teplo putuje přes výparník, kde začne ohřívat kapalné chladivo, které se změní na páru, která pokračuje do kompresoru. Zde jsou páry prudce stlačeny a díky fyzikálnímu principu komprese dochází k jejich ohřátí až na 80 °C. Kompresor jako jediná součást TČ potřebuje dodat hnací sílu většinou elektrickou energií. Plynné zahřáté chladivo předá teplo prostřednictvím kondenzátoru do topného systému (např. vodě v radiátorech) a následně se ochladí a zkondukuje. Zkapalněné chladivo putuje přes expanzní ventil, kde se prudce ochladí, zpět do prvního výměníku a celý cyklus se stále opakuje (Karlík, 2009, s. 7-9; Beranovský, 2004, s. 90-92; Jak funguje tepelné čerpadlo ..., b. r.; Budín, 2015).

Topný faktor (energetická účinnost TČ) – COP (Coefficient of Performance) je základním parametrem TČ. Toto bezrozměrné číslo se spočítá jako podíl výkonu (vyrobená energie – tepelná) a příkonu (spotřebovaná energie – např. elektrické). Čím vyšší je COP, tím účinnější (lepší) je TČ, protože je levnější jeho provoz. Maximální COP se udává ve výši 7 a běžný bývá 2,5–5. COP se zhoršuje s klesající teplotou nízkopotenciálního zdroje tepla (vzduchu, země, vody) a se stoupající teplotou topné vody či vzduchu. To stejné platí i o výkonu tepelného čerpadla. Důležitější je průměrný roční COP s přesně definovanými podmínkami (vstupní a výstupní teplota média), za jakých byl dosažen. Např.: COP 5 při teplotě vody vstup/výstup 5/35 nebo COP 4,5 při teplotě vody 0/45. Vždy srovnáváme COP za stejných podmínek (Karlík, 2009, s. 9-11; Beranovský, 2004, s. 91-92).

Většinou za dlouhotrvajících mrazivých dní nebo poruchy TČ se doplňuje nebo nahrazuje bivalentním (špičkovým, pomocným, záložním) energetickým zdrojem, např.: elektrickým nebo plynovým kotlem (Karlík, 2009, s. 75-77; Beranovský, 2004, s. 93).

Obrázek 27 Zjednodušené schéma principu kompresorového tepelného čerpadla



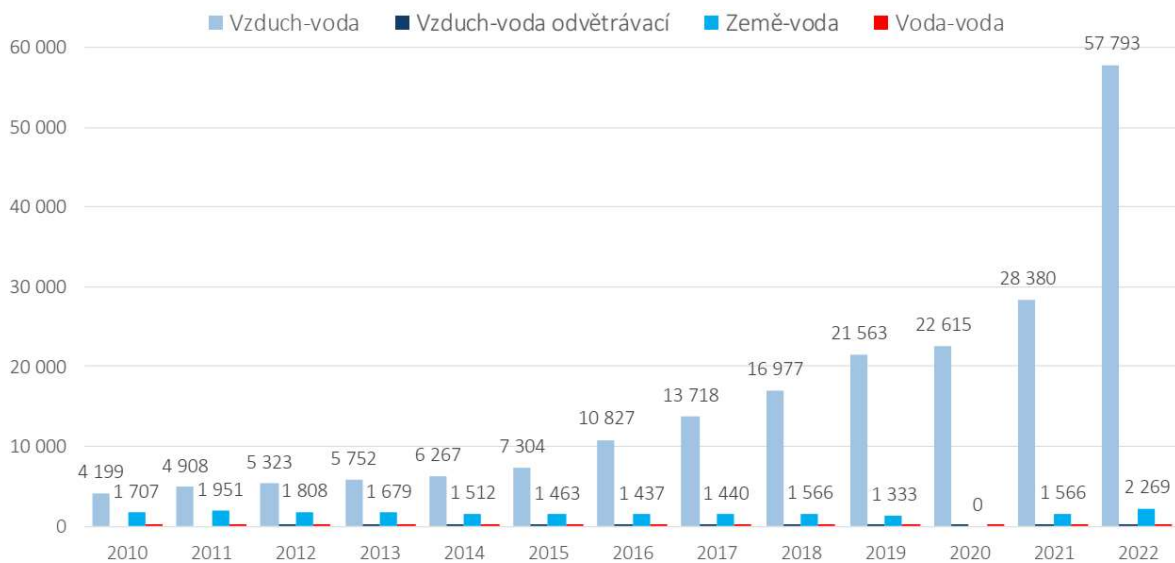
Zdroj: sestavil autor za použití zdroje – Tepelná čerpadla | Tepelná čerpadla AC Heating, 2017

Kromě tepelných čerpadel, která k pohonu kompresoru používají elektrickou energii (těch je většina), existují i plynová, sorpční (absorpční a adsorpční) a hybridní TČ (Zat'ková, 2013, s. 20-22; Beranovský, 2004, s. 90; Budín, 2015).

Jak bylo uvedeno na předešlé stránce, TČ slouží především k ohřevu (vody, vzduchu), ale v případě, že je vybaveno reverzibilním chodem (prostřednictvím čtyřcestného ventilu), může sloužit i k chlazení (vody, vzduchu) (Zat'ková, 2013, s. 16).

Nejběžnější rozdělení TČ (Příloha 9) je podle zdroje energie, tj. odkud se teplo získává (ze země, ze vzduchu, z vody aj.) a teplosměnného média, tj. jakou látkou se předává toto teplo do otopového systému nebo k ohřevu vody. Máme tyto základní typy země/voda, vzduch/voda, vzduch/vzduch a voda/voda. V České republice v roce 2020 bylo dodáno na trh nejvíce TČ typu vzduch/voda a země/voda (Obrázek 28). První typ je oblíbený pro svou nízkou pořizovací cenu, snadnou, rychlou a flexibilní instalaci. Druhá varianta se volí z důvodu stabilního COP, nízkých provozních nákladů a dlouhé životnosti.

Obrázek 28 Vývoj prodejů tepelných čerpadel v letech 2010–2022 (ks)



Zdroj: Tepelná čerpadla 2010-2023, 2023

3.2 Internet of Things (IoT) – internet věcí

Výstižnou definici IoT: „Sít’ propojených objektů (věcí), které jsou jednoznačně adresovatelné s tím, že tato síť je založena na standardizovaných komunikačních protokolech umožňující výměnu a sdílení dat a informací, jejichž analýzou bude možné docílit vyšší přidané hodnoty.“ použil ve svém článku Pohanka (2021).

Podle Chilamkurtiho (2021, s. 24) lze počátky IoT spatřovat v iniciativě Kevina Ash-
tona, který chtěl v roce 1999 snížit pracovní zátěž zaměstnanců. Docílit toho měl prostřed-
nictvím radiofrekvenční identifikace (RFID), která byla zpočátku základním požadavkem
pro zavedení IoT. RFID lze připojit k jakémukoliv fyzickému objektu a sledovat jeho po-
lohu, což je důležité pro sledování pracovních úkonů zaměstnanců. Následně se vyvinuly
senzory, aktory a další standardy pro fungování IoT.

IoT hraje významnou roli ve 4. průmyslové revoluci (průmysl 4.0) (Chilamkurti,
2021, předmluva), zvyšuje kvalitu života (Chilamkurti, 2021, s. 38) a má zásadní dopad
na život lidí jako umělá inteligence (Roshak, 2021, s. 7). Vývojáři hledají způsoby, jak
učinit zařízení IoT chytrějšími a usnadnit uživatelům život (Roshak, 2021, předmluva). IoT
se neomezuje pouze na chytrou domácnost/dům (dále ChD), ale i například na chytré ma-
loobchody, inteligentní dopravní systémy, zemědělství a zásadní roli hraje ve zdravotnictví
a jiných oblastech (Chilamkurti, 2021, s. 24).

Výhody IoT jdou napříč odvětvími a při implementaci se projeví např.: v cenové do-
stupnosti, uživatelsky přívětivém rozhraní, malé velikosti zařízení, přesnosti údajů, výkon-
nosti, snižuje se pracovní zátěž, zvyšuje se produktivita, úspora času a zlepšuje se kvalita
života (Chilamkurti, 2021, s. 25-26).

Hlavními charakteristikami IoT jsou:

- propojení – v IoT se lze propojit a komunikovat s libovolným typem zařízení v závislosti na potřebách uživatelů,
- heterogenní (různorodá) zařízení – v prostředí IoT lze použít senzory, bezdrátové sítě, mobilní telefony, osobní počítače a mnoho dalších zařízení,
- dynamická povaha – zařízení mohou pracovat na základě změn zadaných uživatelem, což činí prostředí IoT dynamickým,
- zajištění bezpečnosti – IoT zajišťuje ochranu jednotlivých uživatelů a zabezpečení dat se provádí pomocí šifrování přenosu zpráv,

- inteligence – protože je IoT kombinací aplikací a vestavěných zařízení, může se v určitých prostředích rozhodovat automaticky v závislosti na situaci,
- detekce – provádí vstupní operace pozorováním prostředí a odesláním oznámení v případě jakýchkoli abnormalit v prostředí,
- energetická účinnost – i přesto, že většina zařízení IoT funguje na baterie, není nutné je často dobíjet a spotřeba energie je v porovnání s ostatními metodami minimální
- náklady – IoT je cenově dostupný a nahrazuje pravidelně placené pracovníky tím, že vykonává stejnou rutinní práci (Chilamkurti, 2021, s. 24-25).

Důležitou výzvou v IoT podle Roshaka (2021, s. 33) je nalezení smysluplných dat v záplavě dat (doslova z moře dat). Jak dále uvádí Roshak (2021, s. 11) IoT a strojové učení (dále ML) jsou v podstatě problémem velkých dat. Neméně důležitou výzvou je také určit správné senzory (Roshak, 2021, s. 73), kam je umístit a kolik je jich potřeba (Roshak, 2021, s. 44). Nejdůležitějším faktorem ML a IoT, jak zmiňuje Roshak (2021, s. 31), je návrh sběru dat. Takže vytvoření dobře fungujícího IoT schopného přinášet relevantní výsledky závisí na shromažďování správných a kvalitních informací (Roshak, 2021, s. 7, 46). Zpracování těchto informací s využitím ML používané v průmyslových zařízeních vede k lepšímu monitorování a snížení prostojů díky technikám, jako je detekce anomálií, prediktivní údržba, uplatňování preskriptivních opatření nebo zjištění zbývající životnosti zařízení (Roshak, 2021, s. 7, 46). Roshak (2021, s. 73) konstatuje, že prediktivní údržba je jedním z nejžádanějších řešení strojového učení pro IoT. Je to také jedno z nejunikátnějších řešení strojového učení pro IoT.

Tabulka 3 Směry vývoje IoT

Internet věcí (IoT)	
Spotřebitelský internet věcí (Consumer IoT)	Průmyslový internet věcí (Industrial IoT)
Hlavním zaměřením tohoto segmentu IoT je zvýšení uživatelského zážitku, ale také efektivnější využívání zdrojů, snížení provozních nákladů, předcházení výpadkům pomocí monitorování a včasné údržby a tím dosažení výrazných úspor (a tedy i navrácení investic), tak jako u Industrial IoT. Toto zaměření je žádoucí u realizace chytré domácnosti .	Hlavním zaměřením tohoto segmentu IoT je efektivnější využívání zdrojů, snížení provozních nákladů, zvýšení pracovní produktivity a bezpečnosti pracovníků, předcházení výpadkům pomocí monitorování a včasné údržby a tím dosažení výrazných úspor (a tedy i navrácení investic). Tento segment IoT bude převládající.
Vlastnosti:	
zaměřuje se na spotřebitele, spotřebitelská zařízení	zaměřuje se na průmysl, stroje/systémy
malé datové toky, nejedná se (většinou) o životně důležité systémy	velké datové toky, životně důležité systémy
Uplatnění:	
inteligentní nakupování, platby za zboží a služby	energetický průmysl, dopravní průmysl, zdravotnictví
chytré domácnosti	průmyslová automatizace, chytrá města

Zdroj: sestavil autor za použití zdroje – Pohanka, 2021

Oba současné směry vývoje IoT (Tabulka 3) jak spotřebitelský tak průmyslový spojují hlavní prvky, z kterých se skládají. Na chytré domácnosti si je popíšeme.

Pět hlavních prvků v systému ChD jsou:

1. snímače a senzory – dávají informace o stavu a průběhu různých veličin,
2. spotřebiče a aktory – vykonávají činnosti na základě zjištěných údajů snímači, senzory nebo uživatelem,
3. propojení (komunikační standard, protokol) – je páteří celého systému a zajišťuje bezproblémovou komunikaci všech prvků navzájem,
4. řídicí jednotka (centrální jednotka, propojovací prvek, brána, můstek, hub) – je centrem celého systému, kam se sbíhají údaje od snímačů, senzorů a předávají se spotřebičům, aktorům, které vykonají co mají a taktéž uživateli, který je informován o činnosti,
5. ovládání (aplikace – domácí asistent) – je prvek, který působí IoT snadno přístupným (Computer EXTRA, 2018, s. 6-11).

Propojení může být pevné nebo vzduchem. Pevné propojení neboli drátem (signální kabeláž) je preferováno, protože je stabilnější a lze skrz ně dodávat prvkům energii. Doporučuje se je umístit všude tam, kde to jde, nejlépe v tzv. husích krcích pro případnou budoucí obměnu. Pro vytváření domácí sítě se doporučuje LAN kabel alespoň standardu Cat6, lépe však 6a, 7 (čím větší číslo, tím vyšší přenosová rychlost dat a větší délka kabelu, bez výrazné ztráty rychlosti). Sít'ové zásuvky by měly být minimálně jedna v místnosti. V místech, kde nejde jednoduše natáhnout LAN kabely lze využít stávajících elektrických rozvodů k vytvoření sítě pomocí powerline adaptérů, které se umístí do zásuvek. Mozkem sítě je router, který přiřazuje PC a obdobná zařízení v celé síti. Je používán pro oddělení sítí. Dalším zařízením, které se používá v síti je switch, který slouží k rozšíření této sítě. Je vhodné pořizovat switch s funkcí PoE, která dovoluje napájení přes síť (Computer EXTRA, 2018, s. 36-41).

Bezdrátově (Obrázek 29) lze propojit vše, co nelze spojit drátem. Prvky jako snímače, senzory vyžadují vlastní napájení a tím pádem i častější údržbu. Stále častěji bezdrátová síť pracuje přes otevřené technologie. Uzavřené jsou na ústupu, ale i tyto najdou uplatnění ve speciálních případech (Computer EXTRA, 2018, s. 6-11).

Obrázek 29 Bezdrátové komunikační standardy a porovnání standardů pro IoT



Zdroj: Computer EXTRA, 2018, s. 21 a 32

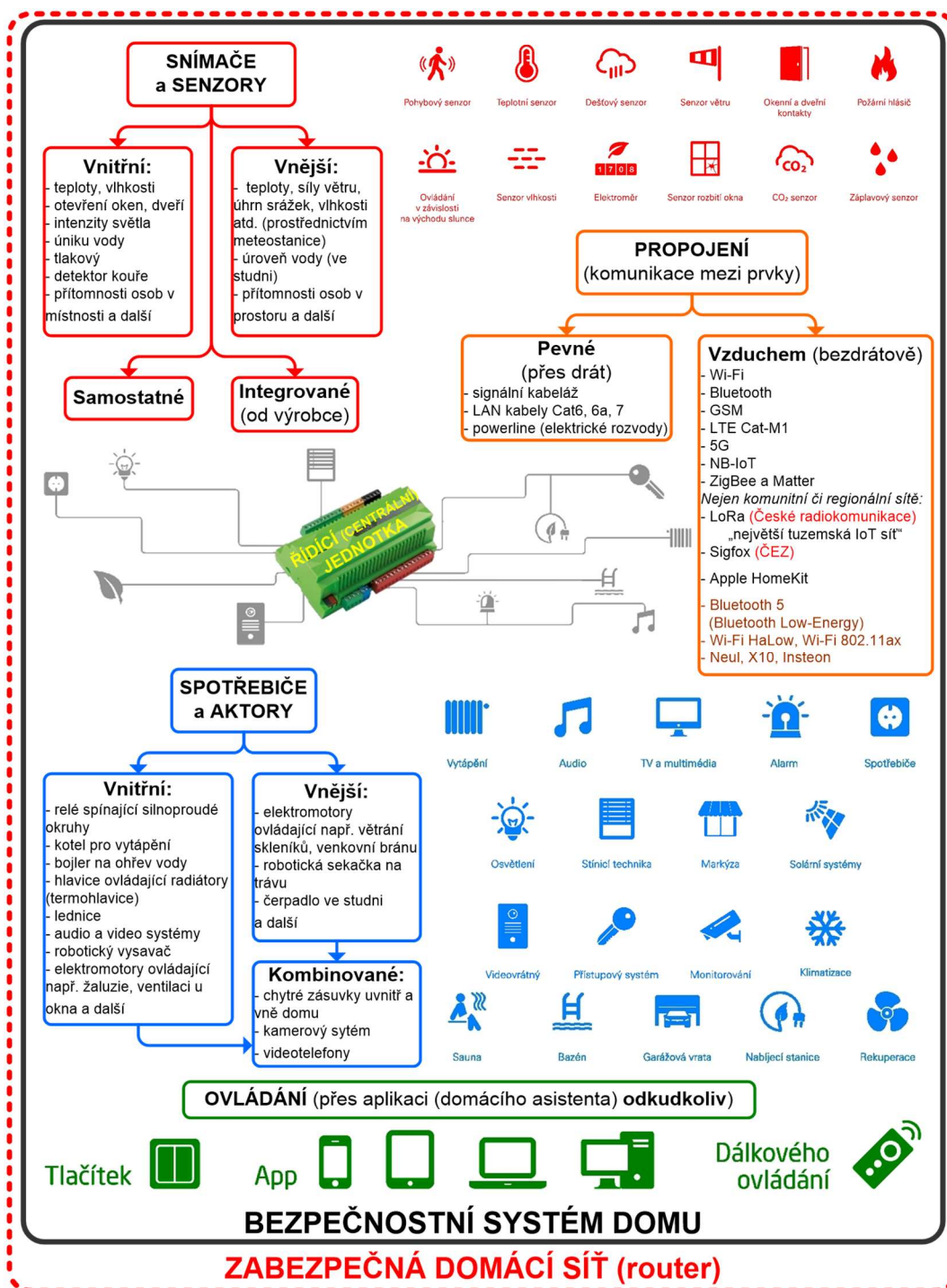
V roce 2021 vznikla globální aliance (nyní přes 400) firem Connectivity Standards Alliance (CSA) s cílem vytvořit univerzální protokol pro ChD, který by zjednodušil a harmonizoval IoT. Protokol s názvem Matter. je založený na IP protokolu, pro přenos dat podporuje Wi-Fi, Thread a Ethernet a pro jednoduchou registraci nového zařízení do sítě Bluetooth Low Energy. Protokol je vyvíjen pod svobodnou licenci (CSA-IOT - Connectivity Standards Alliance, 2022). V říjnu roku 2022 uvede firma IKEA na trh nový hub pro chytré výrobky připravený na standard Matter s názvem DIRIGERA (IKEA představuje nový hub pro chytrou domácnost - IKEA, 2022).

Řídící jednotka (centrální jednotka) bývá ve většině případů řešena modulově. Základ obsahuje vše potřebné a dle aktuálních požadavků je doplňován o žádoucí moduly. Jednotka pro předávání informací velmi často používá internetové připojení a jako sekundární např. GSM modul. Software pro používání systému může být uzavřený (proprietární) nebo otevřený s jasně specifikovanými standardy a komunikačními protokoly. U otevřeného systému je možná integrace zařízení od různých výrobců.

Dálkové ovládání přes komplexně řešené aplikace (domácí asistenty) učinilo ChD uživatelsky atraktivním. Mobilní telefon nebo PC jsou vstupní branou ke kontrole a nastavení v podstatě všech prvků systému. V domě jsou preferovány klasické ovládací prvky






s minimem tlačítek, tak aby nebyl potřeba složitý manuál. Trendem je intuitivní jednoduchost a ovládání hlasem. Hlasový asistent musí být neustále připojen k síti a být připraven reagovat (Computer EXTRA, 2018, s. 6-21).

Obrázek 30 Zjednodušené schéma prvků chytré domácnosti/domu



Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – CSA-IOT - Connectivity Standards Alliance, 2022; Computer EXTRA, 2018; Datové centrum, přenos dat, cloud | cra.cz, 2022; Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt | Loxone, 2022; Skupina ČEZ, 2022

Obrazek 31 Orientační přehled firem, které nabízejí produkty pro chytrou domácnost (IoT) na českém trhu

Chytré zařízení (zde chytrá zásuvka)	se přes komunikační standard	připojí k centrální jednotce	prostřednictvím systému pro IoT, který je:	a s využitím aplikace (domácího asistenta), pak lze snadněji a pohodlněji vše ovládat to co je připojeno.
Chytrá zásuvka*)	Komunikační standard (propojení, protokol)	Centrální jednotka*) (řídící jednotka, propojovací prvek, brána, můstek, hub)	a) komerční - od firmy např.:	Domácí asistenti např.: pro Android (počet stažení***), iOS atd.
Smart Plug	ZigBee	Hue Bridge	Hue - Philips (Nizozemská elektronicko-elektrotechnická firma - působnost svět) specialista na chytré osvětlení (hloubka sortimentu)	Philips Hue (5 mil.) 
789 Kč		1 479 Kč		Zaměření firmy na (dle nabídky na stránkách výrobce): chytré domácí osvětlení (základní sady, žárovky, lightstrips, světla, příslušenství)
TRÁDFRI Bezdrátová ovl. zásuvka	ZigBee (i offline), (nástupce Matter**)	TRÁDFRI Brána (nástupce DIRIGERA)	TRÁDFRI - IKEA (švédská nábytkářská firma - působnost svět) šířka sortimentu v rámci bydlení	IKEA Home smart (1 mil.), Tradfri Lux (10 tis.) 
299 Kč		999 Kč		chytré osvětlení, reproduktory Wi-Fi, chytré a elektrické žaluzie, chytré čističky vzduchu a filtry, chytré systémy a ovládací prvky
Smart Plug (vidlice typu F - německá zásuvka)	ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi	Mi Smart Home Hub	Mi - Xiaomi (Čínská technologicko-eletronická firma - působnost svět) šířka sortimentu napříč celým spotřebním zbožím	Mi home (10 mil.) 
540 Kč		790 Kč		čističky a zvlhčovače vzduchu, osvětlení, kamery a zabezpečí, domácí spotřebiče, vysavače, osobní elektronika, IT pro domácnost
Tesla Smart Plug	ZigBee	Tesla Smart ZigBee Hub	Smart - Tesla (Česká technologicko-eletronická firma - působnost jen Evropa) šířka sortimentu napříč celým spotřebním zbožím	Tesla Smart (10 tis.) 
449 Kč		799 Kč		chytré čističky vzduchu, chytré zvlhčovače vzduchu, chytré aroma difuzéry, chytré kamery, domácí mazlíčci, chytré vytápění, chytré senzory, chytré vypínače, chytré zásuvky, chytré váhy, chytré polštáře, chytré televize, chytré centrální jednotky, chytré odvlhčovače vzduchu, chytré vysavače, chytré osvětlení TechToy
Smart Socket Air Typ E	Loxone Tree a Air	Miniserver Go	Loxone (Rakouská technologická firma - působnost převážně Evropa) specialista na automatizaci domácností a budov (šířka sortimentu)	Loxone App (100 tis.) 
2 202 Kč		11 278 Kč		chytrý dům nebo byt - osvětlení, stínění, topení a klimatizace, multiroom audio, energie, zabezpečení, přístup, sauna, bazén
Mnoho dalších výrobců nabízí jednotlivé zařízení chytré domácnosti bez centrální jednotky např. LIDL a proto se využívá opensource systém.			b) nekomerční (opensource)	např.: Home Assistant (500 tis.), openHAB (100 tis.)
Vysvětlivky: *) cena produktů na stránkách výrobce nebo doporučeného prodejce k 15.06.2022 s DPH, ceny jednotlivých výrobců ukazují na jaké cenové hladině se jejich produkty pohybují vůči konkurentům **) nový komunikační standard (protokol) vzniklý v roce 2021 pod zastřešením Connectivity Standards Alliance (CSA) ***) počet stažení k 15.6.2022 - uvedeno pro představu (velmi hrubou) o rozšířitelnosti (oblíbenosti) dané aplikace			Hlasovní domácí asistenti	Kompatibilita s produkty výše uvedených firem: Philips, IKEA , Xiaomi , Loxone Philips, IKEA , Xiaomi , Tesla Philips, IKEA , Tesla Philips
			Ostatní domácí asistenti (komerční) např.:	Razer Philips Samsung SmartThings Philips Sonos IKEA Spotify Philips xfinity home Philips vivint. SmartHome Philips IFTTT (5 mil.) Philips
			Ostatní domácí asistenti (nekomerční (opensource)) např.:	

Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – Philips - Česká republika, 2022; DATART - Opravdový elektrospecialista | DATART, 2022; Nábytek se švédskou tradicí pro každou domácnost - IKEA, 2022; Xiaomi Česko, 2022; Tesla | Chytrý domov ve vašich rukách, 2022; Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt | Loxone, 2022; CSA-IOT - Connectivity Standards Alliance, 2022; Aplikace pro Android na Google Play, 2022

Nabídka produktů (Obrázek 31) pro IoT na českém trhu je dostatečně pestrá jak v šíři, tak i hloubce sortimentu. Lze zakoupit jednotlivé prvky ChD nebo komplexní řešení.

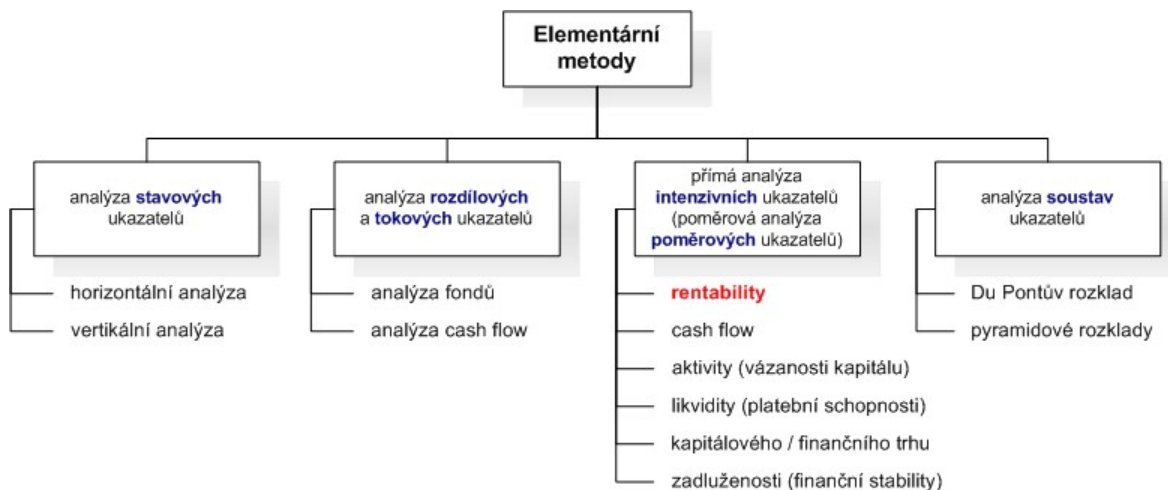
3.3 Návratnost investice

Za jak dlouho se příjmy z investice vyrovnají počáteční investici, tj. nejjednodušší definice návratnosti investice. Obvyklé a také vhodné je výslednou návratnost stanovit za nějaké časové období. Většinou se volí jeden rok, tj. roční návratnost. Ukazatel návratnosti investice je velmi důležitým, neboť nám sděluje, kdy se nám vrátí vložené finanční prostředky neboli od jaké doby začneme vydělávat.

Pro nepodnikatelské subjekty (např.: občany) lze zjistit návratnost investice metodami, které se používají v podnikatelské sféře.

Běžně užívaným synonymem pro návratnost investice je rentabilita, ziskovost, výnosnost, ROI – Return On Investment, tj. poměrový ukazatel finanční analýzy (v rámci elementárních metod (Obrázek 32)).

Obrázek 32 Elementární metody finanční analýzy



Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – Růčková, 2019, s. 47, 57; Kalouda, 2019, s. 55, 57

„Co lze ještě říci obecně je fakt, že ukazatele rentability slouží k hodnocení celkové efektivnosti dané činnosti. Jedná se o ukazatele, které jednoznačně budou nejvíce zajímat akcionáře a potenciální investory“ (Růčková, 2019, s. 61).

Výpočet ROI podle různých autorů:

- „e) rentabilita celkového vloženého jmění ROI (Return on Investment)

$$ROI = \left\{ \frac{[EBIT(1-t)]}{A} \right\} \times 100, \text{ (Kalouda, 2019, s. 59),}$$

- „Výnosnost investice ROI (Return on Investment) se počítá podle vzorce:

$$ROI = \frac{Z_r}{IN},$$

kde

Z_r – průměrný čistý roční zisk plynoucí z investice,

IN – náklady na investici“ (Synek, 2011, s. 302).

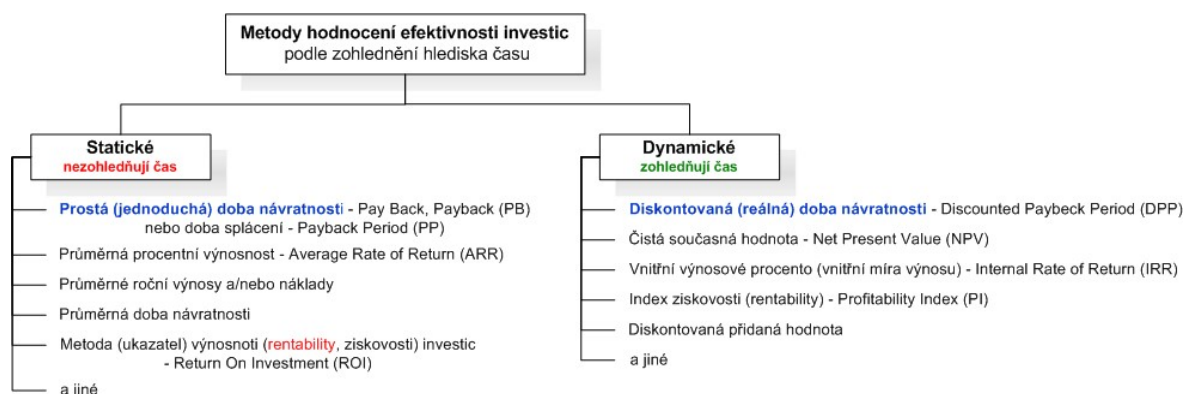
- „Rentabilita investovaného kapitálu (return on investment – ROI):

$$\text{rentabilita investovaného kapitálu (ROI)} = \frac{\text{zisk}}{\text{dlouhodobý kapitál}}$$

I když v pojmání tohoto ukazatele neexistuje jednoznačná shoda, nejčastěji je používán jako ukazatel měřící výnosnost dlouhodobého kapitálu (tzn. dlouhodobého cizího kapitálu a vlastního kapitálu) vloženého do majetku podniku“ (Knápková, 2017, s. 105).

Nejvýstižnější interpretaci návratnosti investice (ROI) poskytuje Synek (2011, s. 302), s poznámkou, že se tento ukazatel často uvádí v procentech. ROI mimo výše uvedené elementární metody finanční analýzy přísluší taktéž mezi metody hodnocení efektivnosti investic. Tyto metody se nejčastěji dělí podle zohlednění hlediska času na statické a dynamické (Obrázek 33). ROI bývá obvykle zařazována do skupiny statických metod. Kalouda (2019, s. 126 - 136) však dělí metody hodnocení efektivnosti investic podrobněji a to na standardní (statické a dynamické), alternativní a nákladově orientované metody.

Obrázek 33 Metody hodnocení efektivnosti investic podle zohlednění hlediska času



Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – Myška, 2020, s. 35-42; Dluhoš, 2014, s. 33-41; Kalouda, 2019, s. 126-137

Nejsrozumitelnějším pro běžného člověka je uvádění návratnosti investice v letech, kde interpretace výsledku zní např. vložené (investované) peníze do pořízení tepelného

čerpadla se vrátí za 4 roky a 5 měsíců. Proto níže bude podrobněji popsána prostá (jednoduchá) doba návratnosti a diskontovaná (reálná) doba návratnosti.

1) Prostá (jednoduchá) doba návratnosti – Pay Back, Payback (PB) nebo doba splácení – Payback Period (PP)

Máče (2006, s. 12) uvádí, že doba návratnosti (DN) představuje počet let, za který se kapitálový výdaj (I) splatí peněžními příjmy z investic (P_n). Bez zohlednění hlediska času. Uvedenou podmínku lze vyjádřit následovně:

$$I = \sum_{n=1}^{DN} P_n$$

kde: I kapitálový výdaj
 P_n peněžní příjem
 n jednotlivá léta životnosti
 DN doba návratnosti

Jak konstatuje Kalouda (2019, s. 127), tato statická metoda má své pevné místo mezi metodami hodnocení efektivnosti investic jako první rychlé hodnocení, o němž bude vždy platit, že pokud přinese nepříznivý (i když jen orientační) výsledek, pak výsledek metod dynamických příznivější nebude.

2) Diskontovaná (reálná) doba návratnosti – Discounted Payback Period (DPP)

Budeme-li respektovat faktor času (časovou hodnotu peněz), tak podle Máčeho (2006, s. 12) výše uvedenou podmínku vyjádříme užitím odúročitele následovně:

$$I = \sum_{n=1}^{DN} P_n \cdot \frac{1}{(1+i)^n}$$

kde: I kapitálový výdaj
 P_n peněžní příjem
 n jednotlivá léta životnosti
 DN doba návratnosti
 i úroková sazba (mezní cena kapitálu)

Čím bude doba návratnosti kratší, tím je investice bezpečnější (Máče, 2006, s. 12).

4 Analytická část

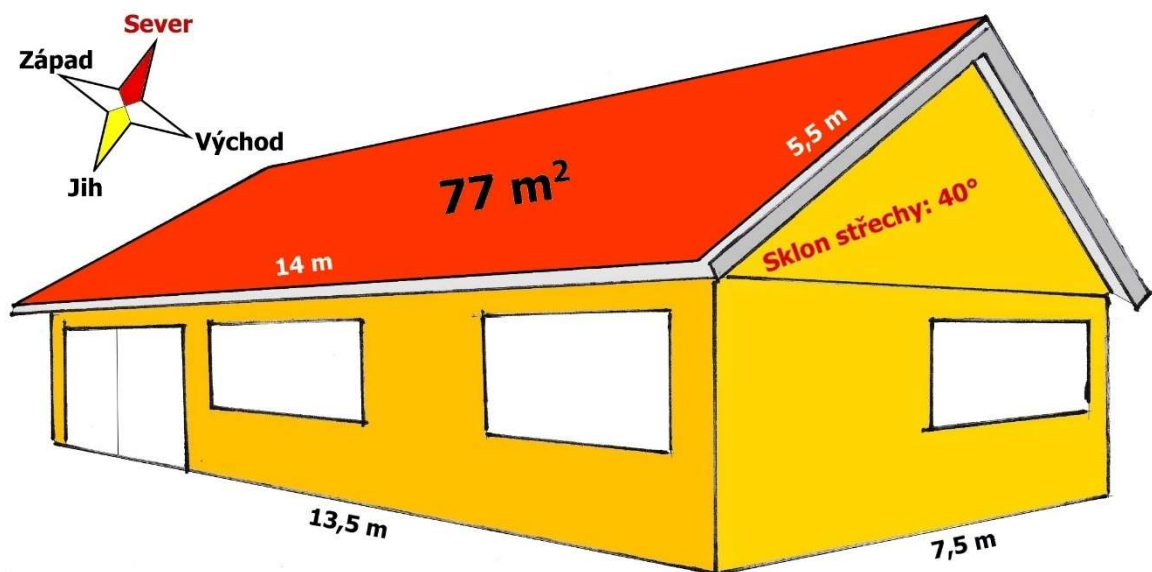
4.1 Stav objektu

4.1.1 Současný stav

Více jak 50 let starý rodinný dům, postavený v roce 1972 z kombinace cihel, kamene a tvárnic, se sedlovou střechou. Stojí nedaleko obce Jihlava v kraji Vysočina. Je napojen na obecní vodovod a kanalizaci, má plynovou přípojku, elektřinu, vlastní studnu, připojení k internetu je řešeno bezdrátově lokálním poskytovatelem internetu nebo přes telefonickou přípojku. Dům (Obrázek 34) má na délku 13,5 m a šířku 7,5 m tj. půdorysná plocha cca 101 m². Je částečně podsklepen a část sklepa je využívána jako technická místnost. Není stíněn okolními budovami ani vysokými stromy. Zhruba před 20 lety proběhla částečná rekonstrukce spočívající v zateplení severní části objektu (polystyren), půdy (vata) a ve výměně oken (dvojskla).

Obytná plocha 122 m² (včetně půdních prostor) zhruba odpovídá průměrné celkové ploše bytů v rodinných domech (Moravec, 2020) v roce 2011. Tehdy průměrná plocha (Moravec, 2020) přesáhla 109 m². I novější údaj z roku 2021 (ENERGO2021, 2022, s. 31) uvádí, že průměrná podlahová plocha bytů v rodinných domech je 108,8 m².

Obrázek 34 Náčrt objektu



Zdroj: vytvořil autor

88,5 % obytné plochy je vytápěno, tj. 108 m². V Česku v roce 2021 byl podíl vytápěné plochy na celkové ploše bytu v rodinných domech (ENERGO2021, 2022, s. 31) 91,3 %. Sedlová střecha (Obrázek 34) je orientovaná na jih se sklonem 40°, bez stínění okolních objektů. Polovina plochy střechy je 77 m² při rozměrech 14 m délky a 5,5 m šířky.

K vytápění a ohřevu vody se především používá plynový kondenzační kotel s maximálním teplotním spádem 55/35 °C. Elektrická energie primárně slouží k vaření, svícení, provozu veškerých spotřebičů a občasně k topení a ohřevu vody v domácnosti, kterou tvoří čtyři osoby. Průměrná spotřeba energií za poslední 3 roky v rodinném domě činila 12,4 MWh ročně. Z toho 8,3 MWh bylo spotřebováno plynovým kotlem a elektřina spotřebovala 4,1 MWh v sazbě D25d, přičemž cca 64 % ve vysokém tarifu. Celkové finanční náklady na spotřebovanou energii (Tabulka 4) byly v roce 2023 dle ceníku ČEZ Prodej, a.s ve výši 66 271,20 Kč.

Tabulka 4 Náklady na energie (elektřina a plyn) za rok 2023

Elektřina na 1 rok (od 1. 1. 2023) Smlouva na 1 rok (s vládním stropem) Distribuční sazba - D25d	Kč/měsíc	Kč/MWh	Roční spotřeba v MWh	Roční platba v Kč
Cena za dodávku				
Vysoký tarif	x	6 050,00	x	x
Vysoký tarif (bez 21 % DPH)	x	5 000,00	x	x
Nízký tarif	x	6 050,00	x	x
Nízký tarif (bez 21 % DPH)	x	5 000,00	x	x
Stálá platba	127,05	x	x	1 524,60
Stálá platba za rezervovaný příkon podle jističe nad 3× 20A do 3× 25 A včetně	183,92	x	x	2 207,04
Činnost OTE	5,08	x	x	60,96
Celkové měsíční platby	316,05	x	x	3 792,60
POZE* (podle spotřeby)	x	-	x	x
Vysoký tarif	x	8 387,27	2,62	22 008,20
Nízký tarif	x	6 450,62	1,48	9 521,12
Celková roční platba	x	8 615,10	4,10	35 321,91
Plyn na 1 rok (od 1. 1. 2023) Smlouva na 1 rok (s vládním stropem) Roční odběr: Topím nad 7,56 do 15 MW	Kč/měsíc	Kč/MWh	Roční spotřeba v MWh	Roční platba v Kč
Cena za dodávku				
Topím nad 7,56 do 15 MW	x	3 025,00	x	x
Topím nad 7,56 do 15 MW (bez 21 % DPH)	x	2 731,38	x	x
Součet stálých plateb	293,17	x	x	3 518,04
Topím nad 7,56 do 15 MW	x	3 304,97	8,30	27 431,25
Celková roční platba	x	3 728,83	8,30	30 949,29
Celková roční platba za elektřinu a plyn	x	5 344,45	12,40	66 271,20

*Poplatek za podporu výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů, neaplikuje se v období od 1. 10. 2022 do 31. 12. 2023 dle cenového rozhodnutí ERÚ 8/2022

Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – ČEZ Prodej, a.s., 2022

V roce 2022 byla průměrná spotřeba zemního plynu (Energetický regulační úřad, 2023b, s. 33) v ČR u kategorie domácnost na jednoho zákazníka 8,372 MWh. V téže roce byla průměrná spotřeba elektřiny v sazbě D25d (Energetický regulační úřad, 2023a, s. 57) v kategorii maloodběr obyvatelstvo 3,62 MWh.

V příloze 10 je namodelována situace, jak by se vyvíjely náklady na energie za předpokladu, že by se neměnila skladba jejich využití. Spotřeba energií by zůstala stejná (viz. výše) a použily by se platné ceníky pro elektřinu a plyn pro nadcházející období. Poznátky jsou uvedeny v téže příloze.

Pro následující výpočet návratnosti budou použity údaje (Obrázek 35) za celkovou roční platbu elektřiny za roky 2024 až 2027 a podíl plateb mimo cenu silové elektřiny za rok 2027 z výše uvedené přílohy.

Obrázek 35 Výňatek z přílohy 10 – cena elektřiny v Kč/MWh za jednotlivé roky

	Elektřina bez závazku (od 1. 1. 2024) Smlouva na dobu neurčitou Distribuční sazba - D25d	1. rok (2024) Kč/MWh	Elektřina – klesající na 3 roky (od 12. 2. 2024) Smlouva na dobu určitou Distribuční sazba - D25d	2. rok (2025) Kč/MWh	3. rok (2026) Kč/MWh	4. rok (2027) Kč/MWh
1e	Cena za dodávku		Cena za dodávku			
2e	Vysoký tarif	4 791,60	Vysoký tarif	4 464,90	4 101,90	3 496,90
3e	Vysoký tarif (bez 21 % DPH)	3 960,00	Vysoký tarif (bez 21 % DPH)	3 690,00	3 390,00	2 890,00
13e	Celková roční platba	8 575,51	Celková roční platba	8 207,73	7 844,73	7 326,85
3e	Vysoký tarif (bez 21 % DPH) = silová elektřina	46,18%	Vysoký tarif (bez 21 % DPH) = silová elektřina	44,96%	43,21%	39,44%
	platby mimo cenu silové elektřiny	53,82%	platby mimo cenu silové elektřiny	55,04%	56,79%	60,56%
13e	Celková roční platba	100,00%	Celková roční platba	100,00%	100,00%	100,00%

Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – ČEZ Prodej, a.s., 2023; ČEZ Prodej, a.s., 2024

Výše uvedený dům nelze označit za nízkoenergetický, neboť bylo provedeno jen částečné zateplení (Obrázek 6) a není zde řízené větrání.

4.1.2 Předpokládané využití objektu

Bude obdobné s nynějším využitím. Za předpokladu ekonomické výhodnosti dojde k přechodu na vytápění pomocí tepelného čerpadla vzduch/voda a bude využita stávající otopová soustava používaná s plynovým kondenzačním kotlem. Jelikož stávající střešní krytina dosluhuje je variantou ji nahradit fotovoltaickou střešní krytinou, která by pokryla část spotřeby elektřiny. Nepočítá se s klimatizací v případě smysluplnosti TČ vzduch/voda, vyšší letní teploty budou řešeny předcházením ohřátí prostor domu aktivním zastíněním (žaluzie, rolety). To vše za přispění IoT.

V budoucnu se mohou instalovat vertikální větrné turbíny a po ustanovení legislativních pravidel se může dům zapojit do komunitní energetiky, a tak lépe využívat energetické zdroje na lokální úrovni (např.: bioplynové stanice, vytopny, větrné elektrárny, jiné FVE na okolních objektech atd.).

Ve vzdálenější budoucnosti přichází v úvahu pořízení elektromobilu (do 500 tis. Kč, reálným dojezdem 500 km a garantovanou životností baterie 333 tis. km) s reverzní baterií (využití s FVE).

4.2 Prognóza vývoje cen elektřiny v ČR

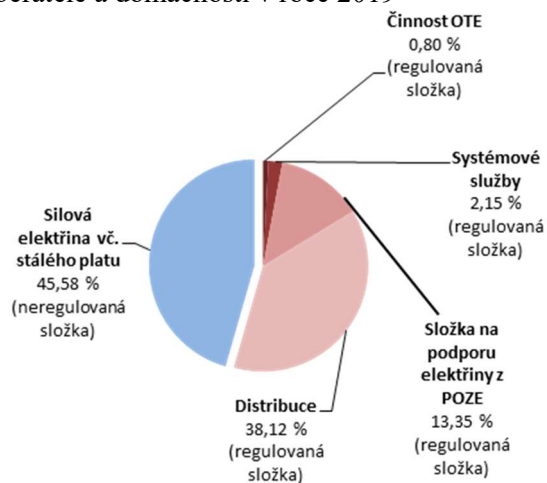
Cena elektřiny je zásadní proměnnou pro výpočet návratnosti investice nejen do alternativních zdrojů energií. Pro stanovení budoucího vývoje ceny elektřiny v Česku je vhodné popsat její složení, tak aby bylo možno lépe určit, která část bude mít jaký vliv.

4.2.1 Zjednodušené složení ceny elektřiny pro domácnosti

- 1) Neregulovaná (obchodní) část
 - cena za dodanou elektřinu (za silovou elektřinu) / Kč/MWh / variabilní
 - poplatek za odběrné místo (stálá, pevná cena) / Kč/odběrné místo/měsíc / fixní
- 2 a) Regulovaná část (určuje stát prostřednictvím Energetického regulačního úřadu (ERÚ)). Poplatek (platba, cena) za:
 - distribuci (podle adresy odběrného místa, příjemcem je distributor na daném území) / Kč/MWh / variabilní / použití na obnovu a rozšíření distribuční sítě, tj. cesta od výrobce ke spotřebiteli
 - systémové služby (příjemcem je provozovatel přenosové soustavy ČEPS) / Kč/MWh / variabilní / použití na zajištění rovnováhy mezi výrobou a poptávkou (následnou spotřebou), tj. zajištění stability dodávek elektřiny
 - podporované (obnovitelné) zdroje energie (PoZE), (příjemcem je stát a následně jej přerozděluje) / Kč/MWh / variabilní / 495 Kč bez DPH za každou spotřebovanou 1 MWh / použití na podporu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů
 - rezervovaný příkon podle velikosti jističe / Kč/odběrné místo/měsíc / fixní
 - činnosti operátora trhu (příjemcem je OTE, a.s. a ERÚ) / Kč/odběrné místo/měsíc / fixní / použití na činnost OTE a ERÚ, např.: organizování krátkodobého trhu s elektřinou, administraci poplatků atd.
- 2 b) Daně (určuje stát)
 - daň z elektřiny / 28,30 Kč/MWh / variabilní
 - daň z přidané hodnoty (DPH) / 21 % ze základu / variabilní

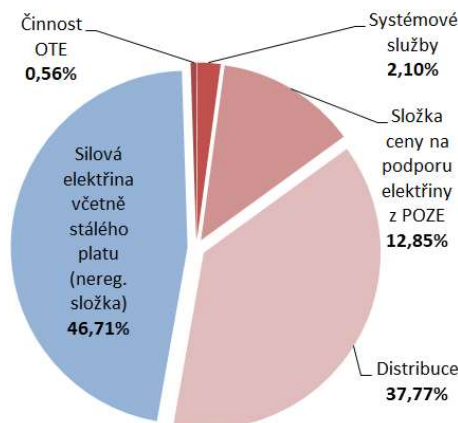
Vývoj jednotlivých složek cen elektřiny od roku 2019 do září roku 2023 lze porovnat na následujících obrázcích 36 až 40. V roce 2022 je velmi patrný nárůst podílu neregulované části až na 70 % (Obrázek 39) v důsledku extrémního růstu ceny silové elektřiny.

Obrázek 36 Složky cen elektřiny pro maloob-
běratele a domácnosti v roce 2019



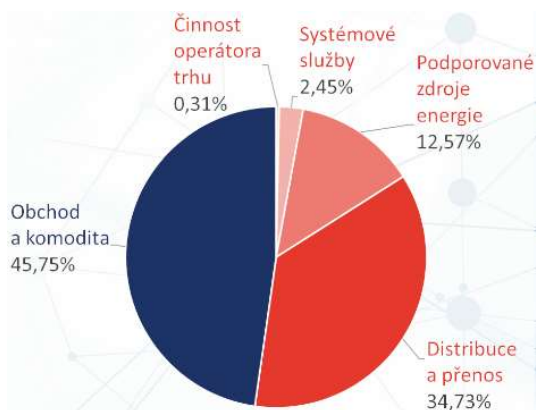
Zdroj: ERÚ zveřejnil regulované ceny ... rok 2019 | eru.cz, 2018

Obrázek 37 Složky cen elektřiny pro domác-
nosti v roce 2020



Zdroj: ERÚ vydává cenová rozhodnutí ... pro příští rok | eru.cz, 2019

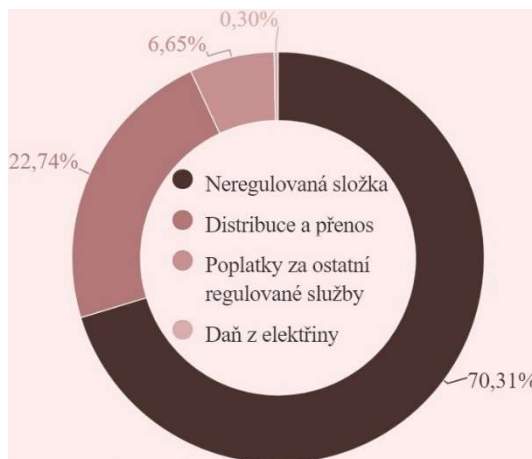
Obrázek 38 Složení ceny elektřiny pro do-
mácnosti v roce 2021



Pozn.: Celková cena za elektřinu se dělí na neregulovanou (modrá barva) a regulovanou část (červené odstíny).

Zdroj: Energetický regulační úřad, 2021

Obrázek 39 Složení ceny elektřiny pro do-
mácnosti 2022, Výpočet reálné nabídky včetně DPH

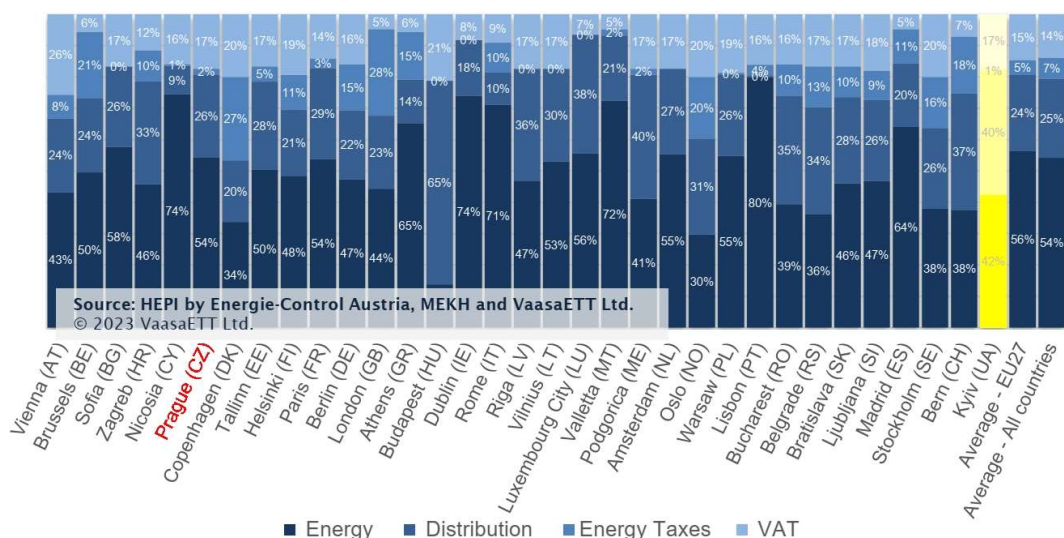


Zdroj: Vokřál, 2022

Dodavatel může částečně ovlivnit neregulovanou část. Skládá se převážně z ceny silové elektřiny, kterou může výhodněji pro odběratele nakoupit nebo vyrobit a taktéž může přizpůsobit svou marži aktuální situaci na trhu.

Regulovanou část a daně určuje stát (např.: prostřednictvím ERÚ) a dodavatel nemá možnost přímo ovlivnit jejich výši. Tvoří přibližně polovinu koncové ceny pro domácnosti. V září 2023 (Obrázek 40) tato část ceny elektřiny dosahovala v Praze 46 %, což zhruba odpovídalo průměru 27 zemí EU.

Obrázek 40 Složení cen elektřiny pro domácnosti (%) v hlavních městech v září 2023



Zdroj: Household Energy Price Index - 2023, 2023, s. 8

Z výše uvedeného zjednodušeného složení ceny elektřiny pro domácnosti vyplývá (Tabulka 5), že odběratel, pokud bude připojen k energetické síti, bude vždy platit – když neodebere žádnou elektřinu i když odebere elektřinu, a silová elektřina nebude stát vůbec nic. Souvisí to hlavně s povahou poplatku, zda je variabilní nebo fixní. Možnost, kdy odebereme elektřinu zcela zdarma a budeme platit pouze cenu za regulovanou část elektřiny, budu brát jako spodní mez celkové ceny za elektřinu.

Pro zjednodušení budu tedy psát (obě níže uvedené složky tvoří cca polovinu ceny):

- o ceně silové elektřiny, neboť tvoří dominantní část neregulované (obchodní) části
- o ceně regulované části elektřiny (včetně daní).

4.2.2 Kde se tvoří cena silové elektřiny

European Energy Exchange (EEX) je největší energetická burza v Evropě se sídlem v Lipsku v Německu, kde se obchoduje zejména s elektrickou energií, povolenkami CO₂, plynem, ropou, uhlím atd. EEX je vlastněná většinovým podílem společností Eurex Zürich AG (skupina Deutsche Börse) (European Energy Exchange AG, 2023). EEX vlastní od 31. května 2016 dvoutřetinový podíl v Power Exchange Central Europe (PXE) se sídlem v Praze. PXE má na starosti rozvoj energetických produktů a služeb v regionu střední a jihovýchodní Evropy (Power Exchange Central Europe, a. s., 2023).

Tabulka 5 Jaké položky hradí domácnost připojená k odběru elektrické energie ze sítě

Spotřeba 0 MWh při jakékoli ceně elektřiny	Spotřeba 1 MWh při 0 nebo záporné ceně elektřiny	Spotřeba 1 MWh při kladné ceně elektřiny
<p>1) Neregulovaná (obchodní) část</p> <ul style="list-style-type: none"> cena za dodanou elektřinu (za silovou elektřinu) / Kč/MWh / variabilní poplatek za odběrné místo (stálá, pevná cena) / Kč/odběrné místo/měsíc / fixní <p>2 a) Regulovaná část (určuje stát prostřednictvím Energetického regulačního úřadu (ERÚ)). Poplatek (platba, cena) za:</p> <ul style="list-style-type: none"> distribuci (podle adresy odběrného místa, příjemcem je distributor na daném území) / Kč/MWh / variabilní / použití na obnovu a rozšíření distribuční sítě, tj. cesta od výrobce ke spotřebiteli systémové služby (příjemcem je provozovatel přenosové soustavy ČEPS) / Kč/MWh / variabilní / použití na zajištění rovnováhy mezi výrobou a poptávkou (následnou spotřebou), tj. zajištění stability dodávek elektřiny podporované (obnovitelné) zdroje energie (PoZE), (příjemcem je stát a následně jej přerozděluje) / Kč/MWh / variabilní / 495 Kč bez DPH za každou spotřebovanou 1 MWh / použití na podporu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů rezervovaný příkon podle velikosti jističe / Kč/odběrné místo/měsíc / fixní činnosti operátora trhu (příjemcem je OTE, a.s. a ERÚ) / Kč/odběrné místo/měsíc / fixní / použití na činnost OTE a ERÚ, např.: organizování krátkodobého trhu s elektřinou, administraci poplatků atd. <p>2 b) Daně (určuje stát)</p> <ul style="list-style-type: none"> daň z elektřiny / 28,30 Kč/MWh / variabilní daň z přidané hodnoty (DPH) / 21 % ze základu / variabilní 	<p>1) Neregulovaná (obchodní) část</p> <ul style="list-style-type: none"> cena za dodanou elektřinu (za silovou elektřinu) / Kč/MWh / variabilní poplatek za odběrné místo (stálá, pevná cena) / Kč/odběrné místo/měsíc / fixní <p>2 a) Regulovaná část (určuje stát prostřednictvím Energetického regulačního úřadu (ERÚ)). Poplatek (platba, cena) za:</p> <ul style="list-style-type: none"> distribuci (podle adresy odběrného místa, příjemcem je distributor na daném území) / Kč/MWh / variabilní / použití na obnovu a rozšíření distribuční sítě, tj. cesta od výrobce ke spotřebiteli systémové služby (příjemcem je provozovatel přenosové soustavy ČEPS) / Kč/MWh / variabilní / použití na zajištění rovnováhy mezi výrobou a poptávkou (následnou spotřebou), tj. zajištění stability dodávek elektřiny podporované (obnovitelné) zdroje energie (PoZE), (příjemcem je stát a následně jej přerozděluje) / Kč/MWh / variabilní / 495 Kč bez DPH za každou spotřebovanou 1 MWh / použití na podporu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů rezervovaný příkon podle velikosti jističe / Kč/odběrné místo/měsíc / fixní činnosti operátora trhu (příjemcem je OTE, a.s. a ERÚ) / Kč/odběrné místo/měsíc / fixní / použití na činnost OTE a ERÚ, např.: organizování krátkodobého trhu s elektřinou, administraci poplatků atd. <p>2 b) Daně (určuje stát)</p> <ul style="list-style-type: none"> daň z elektřiny / 28,30 Kč/MWh / variabilní daň z přidané hodnoty (DPH) / 21 % ze základu / variabilní 	<p>1) Neregulovaná (obchodní) část</p> <ul style="list-style-type: none"> cena za dodanou elektřinu (za silovou elektřinu) / Kč/MWh / variabilní poplatek za odběrné místo (stálá, pevná cena) / Kč/odběrné místo/měsíc / fixní <p>2 a) Regulovaná část (určuje stát prostřednictvím Energetického regulačního úřadu (ERÚ)). Poplatek (platba, cena) za:</p> <ul style="list-style-type: none"> distribuci (podle adresy odběrného místa, příjemcem je distributor na daném území) / Kč/MWh / variabilní / použití na obnovu a rozšíření distribuční sítě, tj. cesta od výrobce ke spotřebiteli systémové služby (příjemcem je provozovatel přenosové soustavy ČEPS) / Kč/MWh / variabilní / použití na zajištění rovnováhy mezi výrobou a poptávkou (následnou spotřebou), tj. zajištění stability dodávek elektřiny podporované (obnovitelné) zdroje energie (PoZE), (příjemcem je stát a následně jej přerozděluje) / Kč/MWh / variabilní / 495 Kč bez DPH za každou spotřebovanou 1 MWh / použití na podporu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů rezervovaný příkon podle velikosti jističe / Kč/odběrné místo/měsíc / fixní činnosti operátora trhu (příjemcem je OTE, a.s. a ERÚ) / Kč/odběrné místo/měsíc / fixní / použití na činnost OTE a ERÚ, např.: organizování krátkodobého trhu s elektřinou, administraci poplatků atd. <p>2 b) Daně (určuje stát)</p> <ul style="list-style-type: none"> daň z elektřiny / 28,30 Kč/MWh / variabilní daň z přidané hodnoty (DPH) / 21 % ze základu / variabilní

Pozn.: Domácnost platí žluté podbarvené položky.

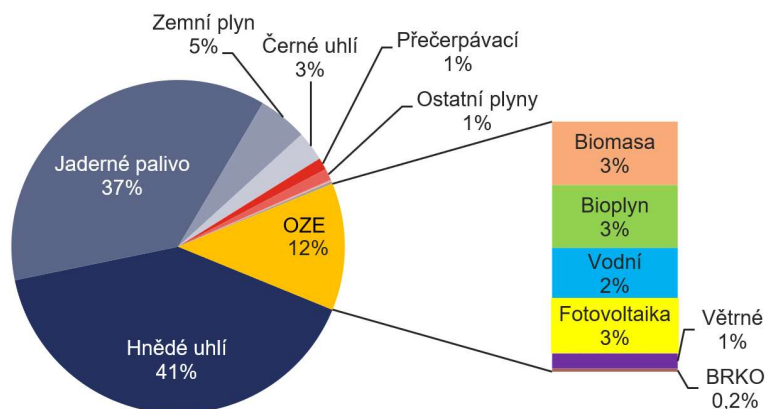
Zdroj: sestavil autor

4.2.3 Jak se tvoří cena silové elektřiny

Pro další vysvětlení je důležité zmínit, jakými zdroji elektřiny Česko disponuje a jaké jsou náklady na výrobu 1 MWh z těchto zdrojů. Hlavní typy zdrojů se liší podle paliv a technologií, které používají k její výrobě. V roce 2022 se v Česku vyrobilo 44 % elektřiny spalováním

uhlí (Obrázek 41), 37 % pomocí jaderného paliva a jen něco přes 12 % prostřednictvím obnovitelných zdrojů (Energetický regulační úřad, 2023a, s. 12).

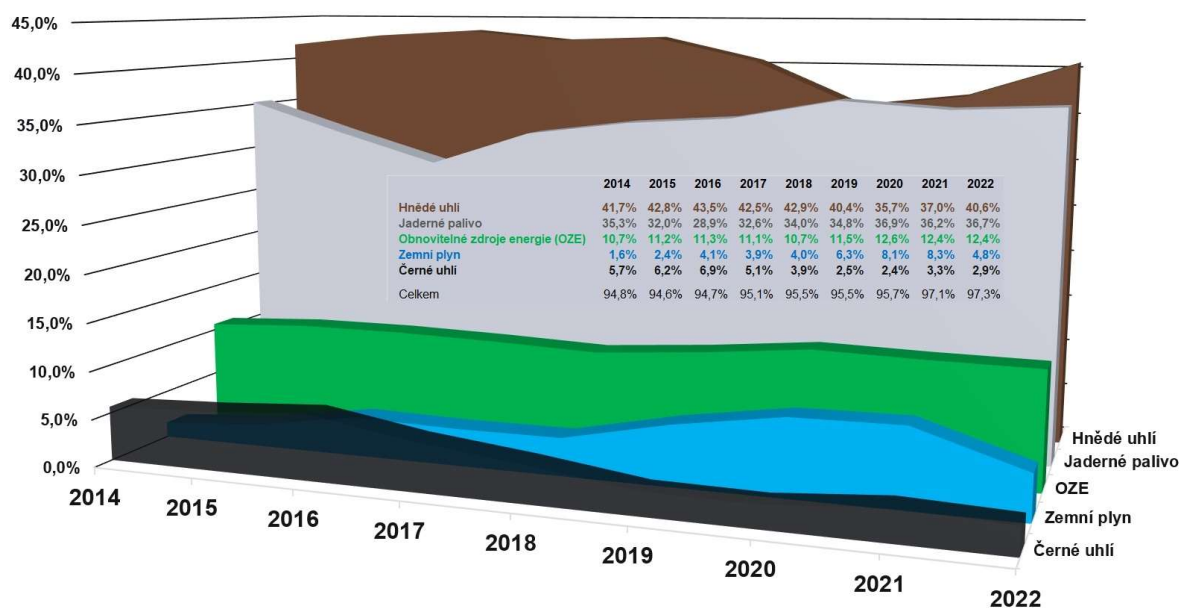
Obrázek 41 Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto – 2022



Zdroj: Energetický regulační úřad, 2023a, s. 12

Neméně důležitý jako stav je i vývoj jednotlivých zdrojů (Obrázek 42). Pozitivní trend ve snižování využití hnědého a černého uhlí byl přerušen v roce 2021 v důsledku války na Ukrajině. V roce 2022 je patrný razantní odklon od zemního plynu zřejmě ve prospěch uhlí. Patrný je taktéž mírně vzrůstající podíl atomových elektráren na výrobě. Stagnující podíl obnovitelných zdrojů je nežádoucí, neboť se jedná o nejlevnější zdroje. Výše uvedených pět (čtyř) zdrojů se dlouhodobě na výrobě elektřiny podílí více jak 95 %.

Obrázek 42 Vývoj podílu vybraných paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto



Zdroj: Energetický regulační úřad, 2023a, s. 12

Náklady na výrobu 1 MWh elektrické energie (Obrázek 43, 44 a 45) na výše uvedené zdroje (i přes některé diametrálně odlišné údaje, které byly zveřejněny během 15 měsíců – u typu zdroje „Jádro“), jsou v tomto neměnném pořadí: 1. obnovitelné zdroje – 0 €, 2. jaderná energie 5 – 25 €, 3. spalování uhlí 40 – 100 € a poslední 4. spalování zemního plynu 80 – 200 €. První dva zdroje jsou pro Česko nejvýhodnější.

Obrázek 43 Náklady na výrobu 1 MWh elektrické energie u hlavních typů zdrojů v ČR

TYP ZDROJE	Slunce, vítr, hydro	Jádro	Uhlí	Plyn
INSTALOVANÝ VÝKON	3,5 GW	4,3 GW	10 GW	2,3 GW
DOBA NÁBĚHU	Náběh je skoro okamžitý, ale určuje to počasí a ne dispečer	Vyšší jednotky dnů	Jednotky až desítky hodin	Jednotky minut až jednotky hodin
NÁKLADY NA VÝROBU* NA 1 MWh	0 EUR	25 EUR	100 EUR	200 EUR
POZNÁMKY	Výroba závisí na počasí a může se během dne rychle měnit. Ostatní druhy elektráren tak musí flexibilně doplňovat tyto zdroje.		Z velké většiny hnědé uhlí, také se někde spoluspaluje biomasa, ta tvoří <10 % v této kategorii.	Z více než 60 % spalují zemní plyn a z 25 % bioplyn.

* Ceny jsou ilustrativní, ale realistické. Zde uvádíme jen přímé (variabilní) náklady.

Pozn.: Zveřejněno 2. 3. 2022.

Zdroj: Otevřená data o klimatu, z. ú., 2022

Obrázek 44 Náklady na výrobu 1 MWh elektrické energie dle typu zdroje v roce 2020



Pozn.: Zveřejněno 1. 9. 2022.

Zdroj: Vochozková, 2022

Obrázek 45 Náklady na výrobu 1 MWh elektrické energie u hlavních typů zdrojů v ČR

TYP ZDROJE	Slunce, vítr, hydro	Jádro	Uhlí	Plyn
INSTALOVANÝ VÝKON	3,5 GW	4,3 GW	10 GW	2,3 GW
DOBA NÁBĚHU	Náběh je skoro okamžitý, ale určuje to počasí a ne dispečer	Jednotky až desítky hodin	Jednotky až desítky hodin	Jednotky minut až jednotky hodin
NÁKLADY NA VÝROBU* NA 1 MWh	0 EUR	10 EUR	100 EUR	200 EUR
POZNÁMKY	Výroba závisí na počasí a může se během dne rychle měnit. Ostatní druhy elektráren tak musí flexibilně doplňovat tyto zdroje.		Z velké většiny hnědé uhlí, také se někde spoluspaluje biomasa, ta tvoří <10 % v této kategorii.	Z více než 60 % spalují zemní plyn a z 25 % bioplyn.

* Ceny jsou ilustrativní, ale realistické. Zde uvádíme jen přímé (variabilní) náklady.

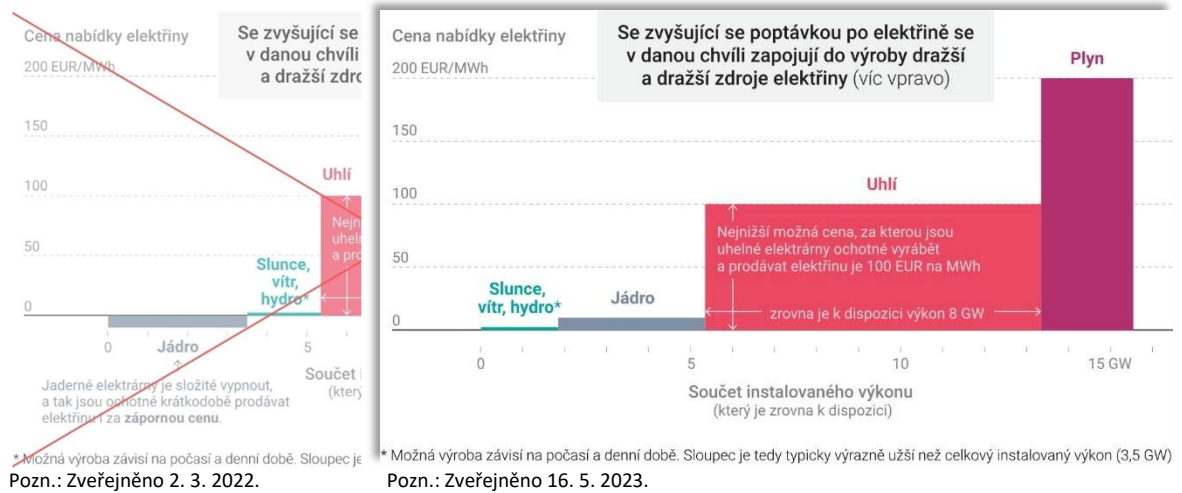
Pozn.: Zveřejněno 16. 5. 2023.

Zdroj: Otevřená data o klimatu, z. ú., 2023

Když máme seřazené zdroje elektřiny podle jejich nákladů na výrobu 1 MWh a zapojíme poptávku po elektřině, můžeme utvořit cenu silové elektřiny. A to tak, že čím je

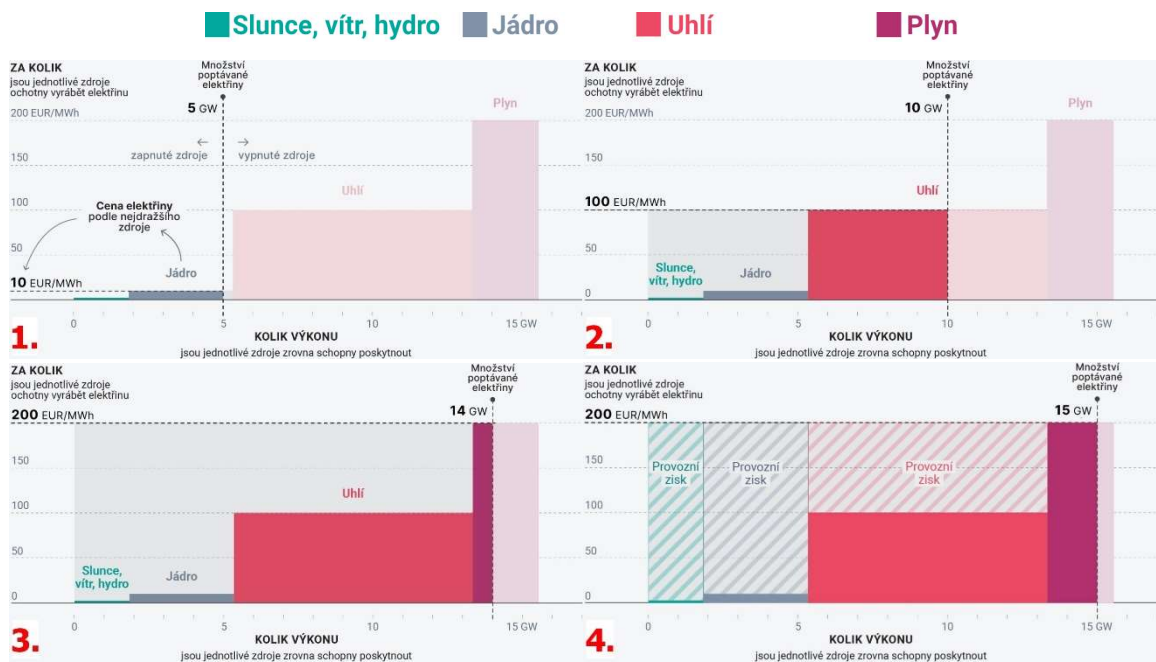
maximální poptávka po elektřině v levnějším zdroji, tím je levnější cena silové elektřiny (Obrázek 46 a 47).

Obrázek 46 Seřazení zdrojů podle jejich nejnižší možné ceny elektřiny



Zdroj: Otevřená data o klimatu, z. ú., 2022; Otevřená data o klimatu, z. ú., 2023

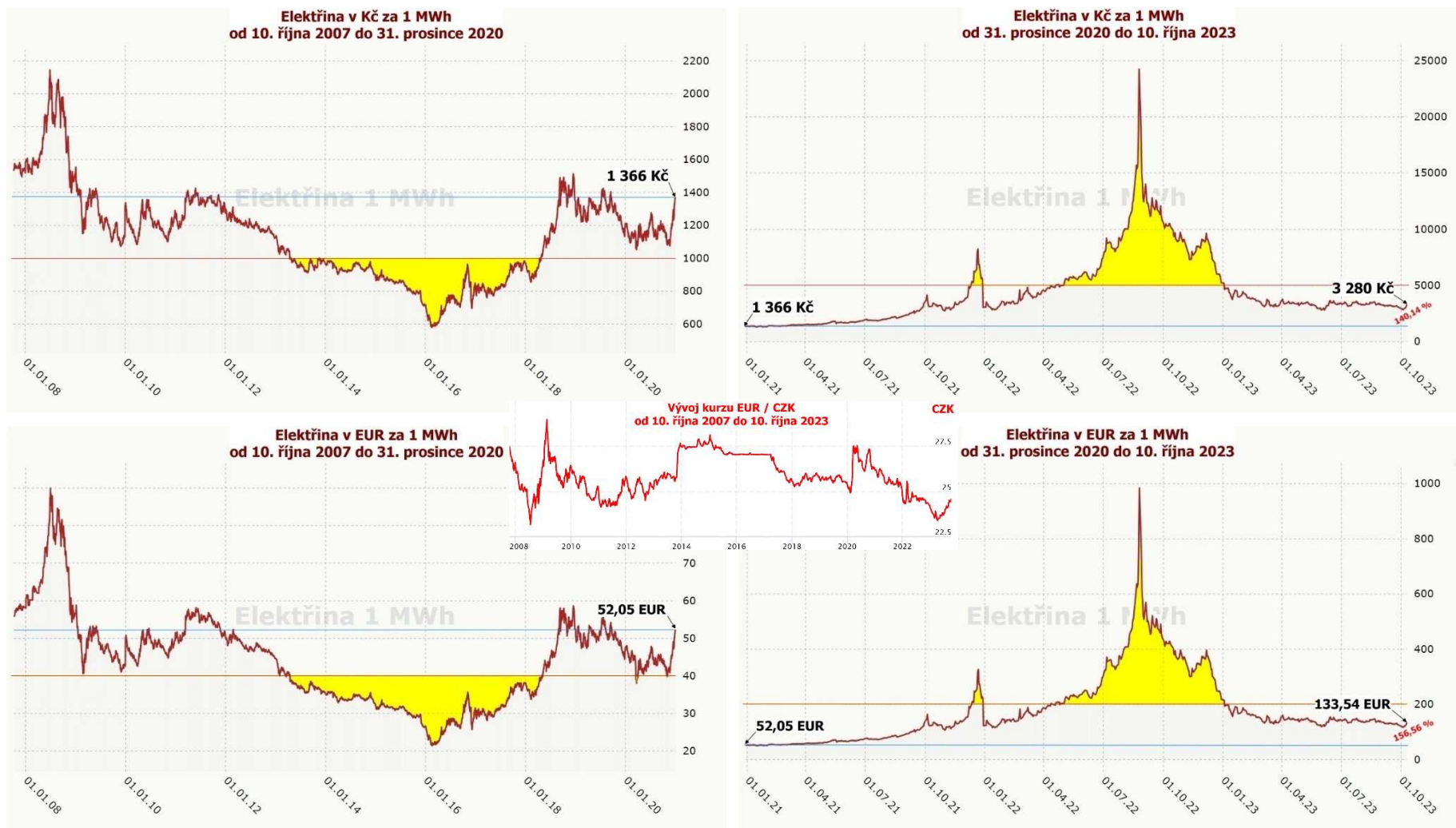
Obrázek 47 Cena elektřiny je určena nejdražším zdrojem, který je ještě potřeba



Zdroj: Otevřená data o klimatu, z. ú., 2023

4.2.4 Vývoj ceny silové elektřiny

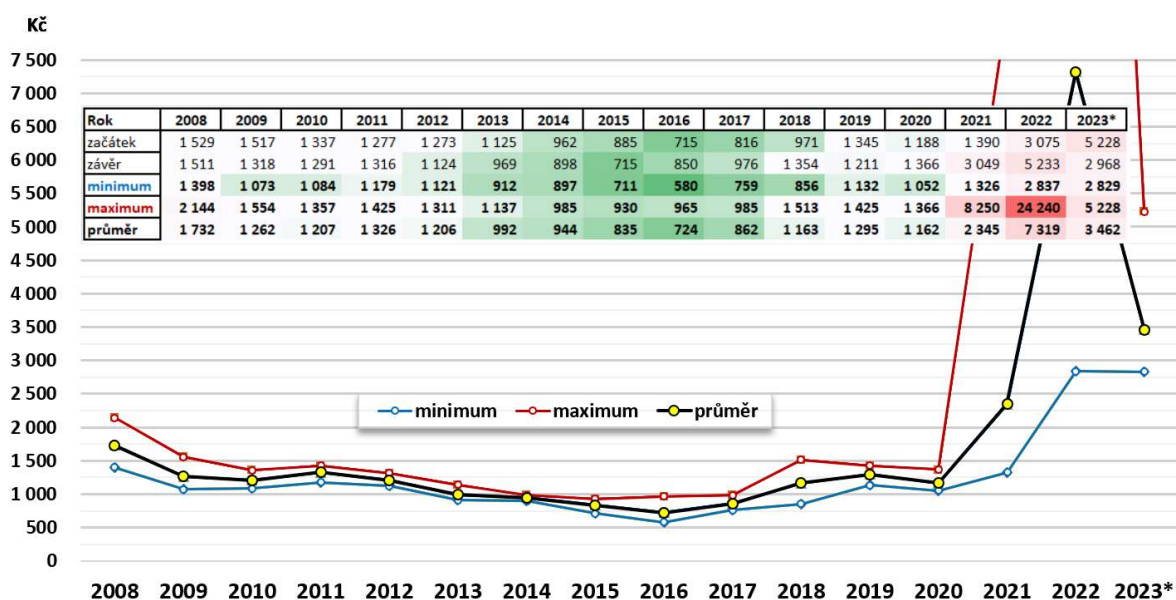
Obrázek 48 Vývoj ceny silové elektřiny na komoditní burze Power Exchange Central Europe, a. s., ceny ročních dlouhodobých kontraktů



Zdroj: sestavil autor za použití zdroje – Kurzy.cz, spol. s r.o., 2023

Jak ukazuje obrázek 48 cena silové elektřiny prodělala během sledovaných 16 let (od 10 října 2007 do 10. října 2023) velmi dynamický vývoj. Období velmi levné energie trvalo od dubna 2013 do dubna 2018 tj. 5 let, kdy cena byla pod 1 000 Kč/MWh a svého minima dosáhla v únoru 2016, kdy se dostala pod úroveň 600 Kč/MWh (22 EUR/MWh). Naopak období s extrémně vysokými cenami nad 5 000 Kč/MWh s přestávkami trvalo cca 9 měsíců mezi listopadem 2021 a počátkem ledna 2023. Maxima 24 240 Kč/MWh (984 EUR/MWh) bylo dosaženo 26. srpna 2022. Rozdíl mezi výše uvedeným minimem a maximem byl více jak 40násobný. Průměrné a mezní hodnoty za jednotlivé roky jsou uvedeny na obrázku 49.

Obrázek 49 Průměrné a mezní hodnoty ceny silové elektřiny od roku 2008



*) do září 2023

Zdroj: sestavil autor za použití zdroje – Kurzy.cz, spol. s r.o., 2023

V době globální ekonomické krize v roce 2008, dosáhla svého maxima silová elektřina 1. července 2008, a to 2 144 Kč. Po započtení kumulativní inflace, která přesáhla 60 % k říjnu 2023 by tato cena představovala dnešních více jak 3 400 Kč, což činí cenu elektřiny k 10. říjnu 2023 ve výši 3 280 Kč levnější než před 15 lety (odhlédnuto od ostatních vlivů).

Na začátku sledovaného období 10. října 2007 stála silová elektřina 1 592 Kč/MWh a na konci 3 280 Kč/MWh, což představuje nominální růst o 1 688 Kč/MWh čili o 106 %, přičemž inflace za toto období vzrostla o cca 72 %.

Dne 9. 9. 2021 zazněla v České televizi v pořadu Události tato zpráva „Cena elektřiny na burze tento týden prolomila rekord. Víc stála naposledy v roce 2008. Můžou za to taky vysoké ceny emisních povolenek. Velkoobchodní ceny elektřiny skokově rostou. Jen za poslední tři měsíce se na pražské burze vyšplhala cena za megawatthodinu z červnových 69 € na nynějších 97 €. To překonalo 13 let staré maximum“ (Sob, 2021).

O necelé tři měsíce později v diskusním pořadu 90' ČT24 dne 2. 12. 2021 (cena elektřiny již 148 €) proběhala tato zpráva „Analytici odhadují, že zákazníci by mohli za energie zaplatit v průměru o třetinu víc než letos“ (Jko, 2021). Ačkoli tyto zprávy působily dramaticky tak byly pouze předzvěst daleko většího růstu ceny elektřiny v následujícím roce 2022.

Na předešlých stránkách byl shrnut minulý vývoj ceny silové elektřiny v číslech. Nyní bude nastíněn předpokládaný směr vývoje ceny elektřiny.

Dne 16. 1. 2023 byla zveřejněna zpráva, ve které řekl šéf norské ropné a plynárenské společnosti Equinor Anders Opedal „Vysoké účty za elektřinu a plyn už na úroveň z doby před pandemií covidu-19 neklesnou“ (Česká tisková kancelář [ČTK], 2023). Důvodem jsou vysoké náklady na modernizaci a dekarbonizaci energetiky tj. přechod od fosilních paliv k obnovitelným zdrojům, které se budou odvíjet od rychlosti jejich aplikace.

V dokumentu Hodnocení zdrojové přiměřenosti ES ČR do roku 2040 (MAF CZ 2022) jsou nastíněny mimo jiné scénáře (ČEPS, a.s., 2023) Respondentní a Konzervativní pro elektrizační soustavu (Obrázek 50), které počítají se simulovanými tržními cenami (ČEPS, a.s., 2023, s. 99) v letech 2025 až 2030 v rozmezí 2 730 Kč až 2 490 Kč při kurzu 25 Kč/EUR (ČEPS, a.s., 2023, s. 26).

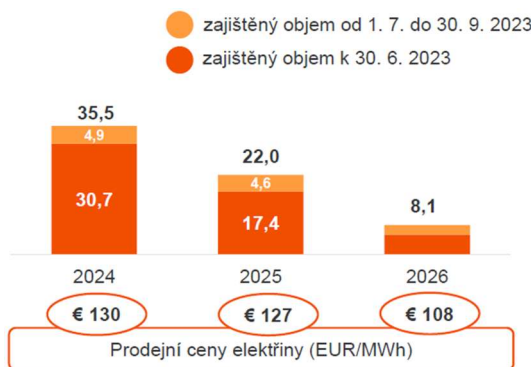
Obrázek 50 Simulované tržní ceny v jednotlivých scénářích



Zdroj: ČEPS, a.s., 2023

Dalším indikátorem pro budoucí vývoj ceny elektřiny může být prodejní cena elektřiny (Obrázek 51) největšího výrobce a prodejce této komodity v ČR firmy ČEZ. Tyto ceny (ČEZ, a. s., 2023, s. 15) pro následující léta k 30. 9. 2023 dosáhly tyto úrovně: pro rok 2024 cenu 130 EUR/MWh, 2025 127 EUR/MWh a 2026 108 EUR/MWh.

Obrázek 51 Prodaná elektřina v TWh na roky 2024-2026 stav k 30. 9. 2023



Zdroj: ČEZ, a. s., 2023, s. 15

Zdeněk Sobotka, majitel a zakladatel společnosti SOLEK Holding v rozhovoru ze dne 14. 10. 2022 (Sobotka, 2022) na otázku moderátorky: Jak dlouho potrvají „astro-nomické ceny“, kdy a kde se podle vás stabilizují? odpověděl „V tom máme celkem jasno. Měly by se zastavit na úrovni kolem 100 eur, tedy zhruba na dvojnásobku cen z předchozích let. Kloním se k tomu, že to bude někdy za čtyři roky“ (Sobotka, 2022). Při kurzu 25 Kč/EUR tj. 2 500 Kč na přelomu roku 2026/2027.

Z výše uvedených poznatků bude nastavena jako dolní mez pro výpočet návratnosti pro 5. a další roky celková cena elektřiny ve výši 6 410 Kč/MWh (Obrázek 52). Tato cena vychází z ceny silové elektřiny 2 500 Kč/MWh plus podíl plateb mimo cenu silové elektřiny pro 4. rok (2027), která činí 61 %. Dále bude počítáno s kurzem 25 Kč/EUR.

Obrázek 52 Doplněk k výňatku z přílohy 10

	Elektřina bez závazku (od 1. 1. 2024) Smlouva na dobu neurčitou Distribuční sazba - D25d	1. rok (2024) Kč/MWh	Elektřina – klesající na 3 roky (od 12. 2. 2024) Smlouva na dobu určitou Distribuční sazba - D25d	2. rok (2025) Kč/MWh	3. rok (2026) Kč/MWh	4. rok (2027) Kč/MWh	další roky Kč/MWh
1e	Cena za dodávku		Cena za dodávku				
2e	Vysoký tarif	4 792	Vysoký tarif	4 465	4 102	3 497	3 025
3e	Vysoký tarif (bez 21 % DPH)	3 960	Vysoký tarif (bez 21 % DPH)	3 690	3 390	2 890	2 500
13e	Celková roční platba	8 576	Celková roční platba	8 208	7 845	7 327	6 410
3e	Vysoký tarif (bez 21 % DPH) = silová elektřina	46%	Vysoký tarif (bez 21 % DPH) = silová elektřina	45%	43%	39%	39%
	platby mimo cenu silové elektřiny	54%	platby mimo cenu silové elektřiny	55%	57%	61%	61%
13e	Celková roční platba	100%	Celková roční platba	100%	100%	100%	100%

Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – ČEZ Prodej, a.s., 2023; ČEZ Prodej, a.s., 2024

4.3 Fotovoltaické zařízení

4.3.1 Stanovení parametrů pro podání poptávky dodavatelům

Jak bylo uvedeno v úvodu, ke snížení spotřeby elektrické energie bude primárně využita fotovoltaika. Vzhledem ke stáří a stavu současné střechy dojde k její celkové rekonstrukci s ohledem na následující výběr. Na střechu nebudou instalovány klasické fotovoltaické (FV) panely, ale FV střešní krytina (tašky, šindele, fólie atd.), která lépe vypadá a měla by efektivněji využívat plochu, protože se vyrábí většinou v menších rozměrech než FV panely.

Současná průměrná spotřeba elektřiny v domě 4,1 MWh je zhruba uprostřed rozmezí (3–5 MWh), od kdy se obecně doporučuje instalovat domácí FV elektrárnu (FVE). Přesto je o ní uvažováno s ohledem na změnu způsobu vytápění a budoucího využití domu, které bylo zmíněno výše.

Prvně jsem vyhledal výrobce/prodejce (Tabulka 6) FV střešní krytiny, kteří působí na území Česka, nejedná se však o vyčerpávající přehled. Během zpracovávání se firma Czech Energy Team s.r.o., která prodávala výrobky Čínské firmy Hanergy Thin Film Power dostala do insolvence. Naopak firma Wienerberger s.r.o. vstoupila na trh se svým produktem Wevolt X-Tile. A například jsem nestihl do výběru zařadit prodejce ARP elektro group s. r. o., který nabízí Švýcarské a Holandské FV tašky.

Včetně výše uvedených firem byly do posuzovaných subjektů zařazeny následující společnosti: TEGOLA BOHEMIA, s.r.o., Vaculík, s.r.o., T-Power s.r.o., Solární tašky s.r.o., Mediterran CZ s.r.o. a Lindab Sales CZ s.r.o. Bohužel ani jedna firma neprodává čistě Český výrobek.

Obecně platí, že pro FVE je ideální orientace střechy na jih, jihozápad a jihovýchod se sklonem 35-45°. Tuto podmínku rekonstruovaná střecha splňuje. Taktéž není nijak stíněna vegetací nebo okolními stavbami. Velikost střechy by měla umožňovat nainstalovat až 10 kWp v případě klasických FV panelů. Instalace maximálně do 10 kWp je také podmínkou stávajícího dodavatele elektřiny pro výkup přetoků z FVE, pokud chce využívat jeho produkt „Elektřina pro soláry“. Z toho plyne: nechci pořizovat fyzickou baterii.

Rozměry klasických panelů jsou standardizovány a většinou mají tyto velikosti: 1 650 x 995 mm = 1,64 m², 1 955 x 995 mm = 1,95 m², 1 762 x 1 134 mm = 2,00 m², 1 903 x 1 134 mm = 2,16 m², 2 110 x 1 050 mm = 2,22 m² apod. Tj. okolo 2 m² a výkon na m² bývá nad 200 Wp. Od FV střešní krytiny očekávám, že se k této hodnotě bude blížit.

Tabulka 6 Výrobci/prodejci FV střešní krytiny v ČR

Dodavatel DIČ Základní kapitál	Sídlo Společnosti	Výrobce Stát	Popis	FV střešní krytina (modul)										Životnost technická (let)	Záruky	
				Rozměry (cm)			Hmotnost (kg)	Plocha (m ²)	Výkon (W)	Hmotnost (kg/m ²)	Počet (ks/m ²)	Výkon (W/m ²)	Minimální (možný) sklon střechy			Účinnost FV modulu (%)
				délka	šířka	tloušťka										
Czech Energy Team s.r.o. CZ 05256259 ukončené insolvenční řízení	Rybná 716/24, 110 00 Praha 1	Hanergy Thin Film Power Čína	 Hantile HW-MQ5B-V1 střešní taška - tři klenuté plochy, tvrzené sklo	70,9	50,0	4,1	10,0	0,4	30	34,3	3,4	103	24°	.	40-50	.
TEGOLA BOHEMIA, s.r.o. CZ 15887391 200 000 Kč	Březecká 795/12, Horní Počernice, 193 00 Praha 9 TEGOLA INTERNATIONAL S.R.L. a BOŘEK TROJAN	TEGOLA Canadese Itálie UNISOLAR USA	 Tegosolar PVL - 136 fotovoltaická fólie z tenkovrstvého amorfního křemíku se samolepicí spodní částí	39,4	521,5	0,3	7,8	2,1	136	3,8	0,5	66	5°	.	.	25-letá záruka pro maximální pokles výkonu na 80%
Vaculík, s.r.o. CZ 25320238 100 000 Kč	Smiřických 61, 250 83 Škvorec Ing. LEOŠ VACULÍK	REDLED ?	 Solární panel střešní taška 10W monokrystalický solární panel integrovaný do střešní tašky	32,6	43,8	5,0	2,9	0,1	10	26,1	9,0	90	16°	19	>30	10 let
T-Power s.r.o. CZ 09761471 200 000 Kč	Nádražní 1188, Prachatice II, 383 01 Prachatice SILVER PLANET a.s.	SolteQ Solar GmbH Německo	 SolteQ SQ-Braas-Tegalit-Anthrazit-4cell Premium Black Plus monokrystalické články	42,0	33,4	.	1,9	0,1	24	13,2	8,6	201	25°	20,8	80	Garantujeme 80 % účinnost výroby i po 40 letech. Garantujeme vodotěsnosti střešního systému 50 let.
Wienerberger s.r.o. CZ 00015253 50 000 000 Kč	Plachého 388/28, České Budějovice 1, 370 01 České Budějovice Tondach Beteiligungs GmbH	Wienerberger Ziegelindustrie AG Nizozemí	 Wevolt X-Tile XT028H-085BK-E monokrystalický článek v provedení z dvojitého tvrzeného skla	134,7	43,0	7,5	11,4	0,6	85	19,7	1,7	175	20°	18,9	15	Záruka 15 let na fotovoltaické moduly. Po 30 letech na 85% své účinnosti.
Solární tašky s.r.o. CZ 05999499 10 000 Kč	Bayerova 794/25, Veveří, 602 00 Brno RADEK DOLEŽAL	Gasser Ceramic Švýcarsko	 FIT 54 skleněný modul s černě eloxovaným hliníkovým rámem z 10 monokrystalických 6" článků	89,2	38,0	4,0	6,7	0,3	54	18,0	3,0	162	17° ideální: 25°- 35°	19,4 22,2	30	10 Jahre Produktgarantie 90 % der Nennleistung für 12 Jahre 80 % der Nennleistung für 25 Jahre
Mediterran CZ s.r.o. CZ 27727751 200 000 Kč	Vídeňská 264/120b, Přížbenice, 619 00 Brno JIŘÍ PECHA a Ing. PAVEL SUCHÁNEK	Terran Maďarsko	 Terran Generon solární betonová střešní krytina, obsahuje 4 monokrystalické články	33,0	42,0	3,2	5,9	0,1	15	65,5	11,1	167	25°	.	.	25-letou záruku na výrobek a výkon (80%)
Lindab Sales CZ s.r.o. CZ 09674063 30 000 009 Kč	Na hůrce 1081/6, Ruzyně, 161 00 Praha 6 Lindab AB a Lindab Profil Aktiebolag (s.r.o.)	Lindab AB a Lindab Profil Aktiebolag Švédsko	 Panely SolarRoof 2.0 monokrystalické křemíkové HJ články s technologií nanovodičů	36,0	292,5	< 0,3+ tloušťka plechu	2,6	1,1	204	2,5 + 5 kg plechová taška na m ²	0,9	194	5°	19,5	>30	10 let záruka na výrobek a 25 let na výkon. (výkon ne nižší než 85 % špičkového výkonu)

Pozn.: Údaje zvýrazněné červeně jsou dopočítané ze zjištěných dat.

Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – Wienerberger, 2024; Gasser Ceramic, 2024; Lindab Sales CZ s.r.o., 2024c; Czech Energy Team s.r.o., 2022; Vaculík s.r.o., 2024; Mediterran CZ s.r.o., 2024; Tegola, 2024; Solární tašky s.r.o., 2024; T-Power s.r.o., 2024

Abych ověřil předpoklad, že střecha o ploše 77 m² je dostatečně velká pro instalaci FVE do 10 kWp, oslovil jsem firmy s klasickými FV panely.

Ozvala se firma innogy s nabídkou FV panelů Axitec AC-430TGB/108BB BLACK o rozměrech 1 762 x 1 134 mm = 2,00 m², které by s 23 ks pokryly cca 46 m² o výkonu 9,89 kWp (215 Wp/m²). Firma Columbus s panely Jinko Solar 480 Wp o velikosti 1 903 x 1 134 mm = 2,16 m², které by s 20 ks pokryly cca 44 m² o výkonu 9,6 kWp (222 Wp/m²). Obě instalace se pohybují okolo 45 m², takže teoreticky by se měla FV střešní krytina i přes nižší výkon na m² (Tabulka 6) vejít na výše uvedenou střechu tak, aby dosáhla maximálního požadovaného výkonu.

V první fázi výběru byly vyřazeny firmy TEGOLA BOHEMIA, s.r.o. s výrobkem Tegosolar PVL – 136 a Vaculík, s.r.o., jejichž produkty měly výkon pod 100 W/m², tudíž by se požadovaného výkonu na dané ploše pro FVE nedosáhlo. Společnost Czech Energy Team s.r.o. skončila v insolvenční.

Vícekrát jsem se setkal s tím, že na oficiálních stránkách dodavatelů jsou zavádějící informace. Zde uvádím jednu z nich, která je zásadní a měla by za následek vyřazení firmy Lindab Sales CZ s.r.o., z dalšího výběru. Na prvním snímku obrazovky (Obrázek 53) je uveden výkon modulu 95 W/m², přičemž správný údaj je zobrazen na jiné stránce společnosti, v témže čase, a to přibližně 200 W/m².

Obrázek 53 Chybně a správně uvedený údaj o výkonu FV modulu ze dne 18. 3. 2024

The image contains two side-by-side screenshots of the Lindab website. The left screenshot shows the URL <https://www.lindab.cz/o-produktech/profil/lindab-solar-roof/faq/>. It features the Lindab logo, a search bar with the text 'Hledání podle jména nebo místa', and a navigation menu with items: PRODUKTY, TECHNICKÁ PODPORA, INSPIRACE, NOVÉ, and REFERENCE. The right screenshot shows the URL <https://www.lindabstřechy.cz/casto-kladene-otazky>. It features the Lindab logo with the tagline 'Usnadňujeme výstavbu', contact information for a hotline (Po - Pá 7:30 - 15:30 hod., pobočka Pavlov +420 724 862 814, pobočka Hustopeče +420 724 120 483), and a breadcrumb trail: > [Hlavní strana](#) / [Lindab Solar Roof 2.0](#) / Často kladené otázky. Below this, there is a section titled 'Často kladené otázky' with a question mark icon. The text in this section reads: 'Kolik energie solární střecha Lindab SolarRoof vyrábí? Každý modul solárních panelů vyrábí přibližně 95 W/m². Cílem je takový výkon, který dokážete efektivně využít.' To the right of this section, there is another heading 'Často kladené otázky ????' and text: 'Kolik energie solární střecha Lindab SolarRoof vyrábí? Každý modul solárních panelů vyrábí přibližně 200 W/m². Cíl'.

Zdroj: snímky obrazovky pořídil autor za použití zdrojů – Lindab Sales CZ s.r.o., 2024a; Lindab Sales CZ s.r.o., 2024b

4.3.2 Oslovení a vyhodnocení cenových nabídek dodavatelů

Zbývající firmy byly osloveny níže (Obrázek 54) uvedenou obecnou poptávkou tak, aby FVE byla řešena komplexně.

Obrázek 54 Obecná poptávka pro FV střešní krytině a panelech

Žádost o **předběžnou cenovou nabídku** na fotovoltaickou střešní krytinu – **XY**

mám zájem o **XY do 10 kWp (bez fyzické baterie)**, pro nemovitost blízko **Jihlavy**, střecha: **sedlová**, orientace na **jih**, sklon **40°**, plocha **77 m²** (strana na jih) s rozměry **14 m x 5,5 m**.

V tomto složení:

- 1. cena za FV střešní krytinu – XY do 10 kWp**,
tak aby byla využita maximální plocha střechy
- 2. cena za měnič (střídač)**
- 3. cena za kompletní instalace FV systému**
(doprava, montáž FV systému (tj. práce např.: technika (počet hodin v hodinové sazbě)), příslušenství (např. kabely CAT, AC), optimizéry, pokud nejsou součástí FV zařízení, zpracování dokumentace, zprovoznění systému (včetně testu), připojení k síti, školení k obsluze atd.)
- 4. ANO/NE – aplikace (pro řízení, monitorování a kontrolu FVE) nebo jiné poskytované služby, pokud ANO**
cena za aplikaci či jinou službu – jednorázová nebo formou předplatného na období
- 5. počet let poskytované záruky na (FV střešní krytinu, měnič (střídač), kompletní FV systém atd.)**

Pozn.: U **cen**y uvést zda se jedná o částku **s DPH** nebo **bez DPH**.

Zdroj: vytvořil autor

Aby bylo možné srovnat různorodé FV střešní krytiny (moduly), které se na první pohled liší rozměry (Tabulka 6) oproti klasickým standardizovaným FV panelům, doplnil jsem z dostupných materiálů nebo dopočítal vše na srovnatelné údaje v m² (Tabulka 6 a 7). Tzn. hmotnost modulu (kg/m²), počet modulů (ks/m²) a výkon modulu (W/m²). Přičemž hodnoty pro výkon jsou v intervalu 66 – 201 W/m², počet modulů od 0,5 – 11,1 ks/m² a hmotnost od 3,8 – 65,5 kg/m². Hodnoty je třeba brát s rezervou, neboť jsou často dopočítané (nezohledňují technické a technologické omezení) a nemusí 100 % odpovídat realitě,

ale pro tento výběr jsou dostačující. Většina modulů se skládá z monokrystalických článků s účinností od 19 %, což je méně než FV panely (Tabulka 8 nebo text výše). Větší rozdíly jsou v možnosti instalace na různě šikmé střechy, kde je minimum je 5° až po maximum 25°. Čím menší je potřebný sklon, tím více se nabízí využitelných střešních ploch. Záruky na maximální pokles výkonu modulů jsou obdobné, ale záruky na výrobek nebo technickou životnost FV modulů se liší podle toho, jaká je výchozí (podkladová) střešní krytina (plech, sklo, beton atd.).

V následující tabulce 7 jsou uvedeny FV střešní krytiny všech dodavatelů a jejich produktů pro srovnání. Zelenou barvou jsou označeny žádoucí a červenou méně vhodné parametry modulů. V posledních třech sloupcích jsou zadány údaje z již obdržených reálných nabídek, z kterých je patrné že se s rozchází s dopočítanými údaji pro požadovaný max. výkon FVE v důsledku již zmíněných technických a technologických omezení.

Tabulka 7 Srovnání FV střešní krytiny

Dodavatel DIČ Základní kapitál	Popis	FV střešní krytina (modul)									Střecha 14 x 5,5 m = 77 m ²				
		Rozměry (cm)			Hmotnost (kg)	Plocha (m ²)	Výkon (W)	Hmotnost (kg/m ²)	Počet (ks/m ²)	Výkon (W/m ²)	pro požadovaný max. výkon do 10 kWp je potřeba		pro reálný max. výkon je potřeba		
		D	Š	T							m ²	ks	m ²	ks	kWp
Czech Energy Team s.r.o. CZ 05256259 ukončené insolvenční řízení	 Hantile HW-MQSB-V1 střešní taška - tři klenuté plochy, tvrzené sklo	70,9	50,0	4,1	10,0	0,4	30	34,3	3,4	103	97	274			
TEGOLA BOHEMIA, s.r.o. CZ 15887391 200 000 Kč	 Tegosolar PVL - 136 fotovoltaická fólie z tenkovrstevného amorfního křemíku se samolepicí spodní částí	39,4	521,5	0,3	7,8	2,1	136	3,8	0,5	66	150	74			
Vaculík, s.r.o. CZ 25320238 100 000 Kč	 Solární panel střešní taška 10W monokrystalický solární panel integrovaný do střešní tašky	32,6	43,8	5,0	2,9	0,1	10	26,1	9,0	90	110	771			
T-Power s.r.o. CZ 09761471 200 000 Kč	 SolteQ SQ-Braas-Tegalit-Anthrazit-4cell Premium Black Plus monokrystalické články	42,0	33,4	.	1,9	0,1	24	13,2	8,6	201	50	357			
Wienerberger s.r.o. CZ 00015253 50 000 000 Kč	 Wewolt X-Tile XT028H-085BK-E monokrystalický článek v provedení z dvojitého tvrzeného skla	134,7	43,0	7,5	11,4	0,6	85	19,7	1,7	175	57	99			
Solární tašky s.r.o. CZ 05999499 10 000 Kč	 FIT 54 skleněný modul s černě eloxovaným hliníkovým rámem z 10 monokrystalických 6" článků	89,2	38,0	4,0	6,7	0,3	54	18,0	3,0	162	62	183	59	177	9,56
Mediterran CZ s.r.o. CZ 27727751 200 000 Kč	 Terran Generon solární betonová střešní krytina, obsahuje 4 monokrystalické články	33,0	42,0	3,2	5,9	0,1	15	65,5	11,1	167	60	433	.	531	8
Lindab Sales CZ s.r.o. CZ 09674063 30 000 009 Kč	 Panely SolarRoof 2.0 monokrystalické křemíkové HJ články s technologií nanovodičů	36,0	292,5	< 0,3 + tloušťka plechu	2,6	1,1	204	2,5 + 5 kg plechová taška na m ²	0,9	194	52	50	31	28	5,7

Pozn.: Údaje psané kurzívou jsou dopočítané ze zjištěných dat.

Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – Wienerberger, 2024; Gasser Ceramic, 2024; Lindab Sales CZ s.r.o., 2024c; Czech Energy Team s.r.o., 2022; Vaculík s.r.o., 2024; Mediterran CZ s.r.o., 2024; Tegola, 2024; Solární tašky s.r.o., 2024; T-Power s.r.o., 2024

4.3.3 Kompromisní nabídka

Z pěti oslovených dodavatelů FV střešní krytiny nedorazily nabídky od T-Power s.r.o. a Wienerberger s.r.o., který byl dle parametrů (Tabulka 7) černým koněm. Částečnou nabídku dodala firma Mediterran CZ s.r.o., jenž prodává „pouze“ solární tašky Generon. Do tabulky 8

Tabulka 8 Nabídky FVE z přelomu února a března 2024

Nabídka firmy	Lindab Sales CZ	Solární tašky	innogy	Columbus
Výkon FVE (kWp)	5,71	9,56	9,89	9,60
Celková cena včetně 12 % DPH	561 805 Kč	1 215 898 Kč	392 614 Kč	384 502 Kč
Cena za 1 kWp	98 355 Kč	127 213 Kč	39 698 Kč	40 052 Kč
FV střešní krytina / panel	Panely SolarRoof 2.0 348 382 Kč	FIT 54 .	Axitec AC-430TGB/108BB BLACK 102 755 Kč	Jinko 480 Wp s příslušenstvím .
za kus	12 442 Kč		4 468 Kč	3 050 Kč
počet FV modulů	28	177	23	20
špičkový výkon panelu (Wp)	204	54	430	480
délka (cm)	36,0	89,2	176,2	190,3
šířka (cm)	292,5	38,0	113,4	113,4
plocha (m ²)	1,05	0,34	2,00	2,16
celkem m ²	31	59	46	43
Wp/m ²	194	162	215	222
účinnost	19,50%	19,40%	21,52%	22,24%
Záruka	10 let na výrobek	10 let na výrobek	30 let na materiál	12 let na výrobek
Záruka	25 let na pokles výkonu až na 85 %	25 let na pokles výkonu až na 80 %	30 let na lineární pokles výkonu až na 87 %	30 let na lineární pokles výkonu až na 87,4 %
Střídač (měnič)	Deye Sun- SG04LP3-EU 8 8 kW 90 223 Kč		GoodWe 10KN-DT(G2) (3f, 2 MPP) 52 920 Kč	Síťový měnič Solis 10 kW s příslušenstvím + AC/DC
Záruka	5 let		10 let na funkčnost s možností rozšíření na 10 let (50 % z ceny střídače). Předpokládaná životnost střídače je 15 let	
Nosná konstrukce			10 let na materiál montážního systému 45 595 Kč	
Záruka			Watrouter Watrouter ECO 12 967 Kč	
			Elektromateriál vč. přepětových ochran 74 298 Kč	
			Projektová dokumentace 6 384 Kč	
			Montážní práce 41 709 Kč	
			Doprava 10 192 Kč	
			optimalizér (1750 Kč/ks) 40 250 Kč	
			galvanické odpojení 5 544 Kč	
Ostatní náklady (nikde jinde a jinak nespecifikované)	za zapojení, zprovoznění a zaškolení FV systému 123 200 Kč	prodávací kabel 1000 mm MC4 36 ks, zástrčka na spojku MC4 24 ks, MC4 spojky 87 ks, solární kabel černý 1x6mm2 50 m, solární kabel červený 1x6mm2 50 m, přepětová ochrana DC 2 ks, standardní tašky rovné bez FV + prořez 1056 ks, hřebenové tašky 23 ks, odvětrávací tašky nad 7m délky 14 ks, klipy na uchycení 2112 ks, optimalizéry S440 29 ks, měnič SE10K, BYD LVS 12, doprava materiálu ze Švýcarska, práce, zapojení a oživení FVE, projektová		
Záruka				

Zdroj: sestavil autor na základě doručených nabídek

byla pro zajímavost zařazena firma Solární tašky s.r.o., která dodala nabídku s jednou částkou bez konkretizace položek a započítanou baterií, která nebyla požadována. Jako kompromisní nabídka zůstala firma Lindab Sales CZ s.r.o.

Stejnou poptávkou byla oslovena firma innogy Energo, s.r.o. a Columbus Energy a.s. jako zástupci reprezentující klasické FV panely. Z nich prvně jmenovaná dodala nabídku v požadované struktuře.

Následný výpočet návratnosti bude počítán za firmu Lindab, jako zástupce FV střešní krytiny a klasické FV panely bude zastupovat nabídka společnosti innogy.

4.3.4 Výpočet návratnosti kompromisní a referenční nabídky

Pro výpočet návratnosti jsem vybral nejjednodušší, ale také pro široké vrstvy obyvatelstva nejsrozumitelnější metodu. Prostá (jednoduchá) doba návratnosti, jak je uvedeno v kapitole 3.3 Návratnost investice, je první rychlé hodnocení, o němž bude vždy platit, že pokud přinese nepříznivý (i když jen orientační) výsledek, pak výsledek metod dynamických příznivější nebude.

Vypočte se podle následujícího vzorce:
$$I = \sum_{n=1}^{DN} P_n$$

kde: I kapitálový výdaj

P_n peněžní příjem

n jednotlivá léta životnosti

DN doba návratnosti – představuje počet let, za který se kapitálový výdaj (I) splatí peněžními příjmy z investic (P_n), bez zohlednění hlediska času

Výpočet bude proveden za těchto zjednodušujících předpokladů:

- 1 kWp výkonu FVE vyrobí průměrně ročně na území ČR cca 1 000 kWh (1 MWh)
- 60 % vyrobené elektřiny z FVE bude současně spotřebováno (nesoulad mezi výrobou a spotřebou v důsledku: a) ročních období, kdy v létě se vyrobí 4 - 6x více elektřiny než v zimě, spotřeba je vyšší v zimě, b) denní výkyvy výroby a spotřeby)
- ceny elektřiny (nákup, spotřeba) pro 1. rok 8 576 Kč, 2. rok 8 208 Kč, 3. rok 7 845 Kč, 4. rok 7 327 Kč a pro další léta 6 410 Kč (uvedeno na konci kapitoly 4.2 Prognóza vývoje cen elektřiny v ČR v obrázku 52)

- cena elektřiny pro přetok (prodej) 3 981 Kč vychází z ceníku „Elektřina pro soláry – Smlouva na 3 roky“, distribuční sazba D57d a od 5. roku se snižuje na 3 483 Kč
- průměrná spotřeba elektřiny 4,1 MWh, přičemž cca 64 % ve vysokém tarifu (uvedeno v podkapitole 4.1.1 Současný stav)
- pojistka FVE ve výši 2 000 Kč/rok (hlavně proti živlům, FVE se skládá převážně ze statických částí)
- nulová poruchovost FVE (tzn. žádné další výdaje)
- není zohledněno postupné snižování výkonu FV modulů

Tabulka 9 Výpočet návratnosti kompromisní a referenční nabídky

n - jednotlivá léta životnosti		0. rok	1. rok	2. rok	3. rok	4. rok	5. rok	6. rok	7. rok	8. rok	9. rok	10. rok	11. rok	12. rok	13. rok	14. rok	15. rok	16. rok	17. rok	18. rok	19. rok	20. rok	21. rok	22. rok	23. rok	DN
zbývá splatit			-531 111	-501 430	-472 748	-445 492	-421 897	-398 302	-374 707	-351 112	-327 517	-303 922	-280 327	-256 732	-233 137	-209 542	-185 947	-162 352	-138 757	-115 162	-91 567	-67 972	-44 377	-20 783	2 812	
MWh																										
I - kapitálový výdaj	Lindab - FV střešní krytina	5,71	-561 805	-561 805	-531 111	-501 430	-472 748	-445 492	-421 897	-398 302	-374 707	-351 112	-327 517	-303 922	-280 327	-256 732	-233 137	-209 542	-185 947	-162 352	-138 757	-115 162	-91 567	-67 972	-44 377	-20 783
I - kapitálový výdaj	pojištění FVE		-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000
I - kapitálový výdaj	nákup (4,1 - spotřeba)	0,67	11,8%	-5 780	-5 532	-5 288	-4 938	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320	-4 320
P _n - peněžní příjem	spotřeba (60 % z 5,71)	3,43	60,0%	29 381	28 121	26 877	25 102	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961
P _n - peněžní příjem	přetok (prodej)	2,28	40,0%	9 093	9 093	9 093	9 093	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955
odchází zdarma do sítě		0,00	0,0%																							
cena elektřiny (nákup, spotřeba)			8 576	8 208	7 845	7 327	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410
cena za přetok (prodej)			3 981	3 981	3 981	3 981	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483
poměr cena za přetok / cena elektřiny			0,46	0,49	0,51	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54

n - jednotlivá léta životnosti		0. rok	1. rok	2. rok	3. rok	4. rok	5. rok	6. rok	7. rok	8. rok	9. rok	10. rok	DN
zbývá splatit			-343 130	-295 155	-248 669	-204 306	-165 746	-127 185	-88 625	-50 065	-11 504	27 056	
MWh													
I - kapitálový výdaj	innogy - FV panely	9,89	-392 614	-392 614	-343 130	-295 155	-248 669	-204 306	-165 746	-127 185	-88 625	-50 065	-11 504
I - kapitálový výdaj	pojištění FVE		-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000
P _n - peněžní příjem	spotřeba	4,10	41,5%	35 162	33 653	32 165	30 041	26 281	26 281	26 281	26 281	26 281	26 281
P _n - peněžní příjem	přetok (prodej)	4,10	41,5%	16 322	16 322	16 322	16 322	14 279	14 279	14 279	14 279	14 279	14 279
odchází zdarma do sítě		1,69	17,1%										
cena elektřiny (nákup, spotřeba)			8 576	8 208	7 845	7 327	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410
cena za přetok (prodej)			3 981	3 981	3 981	3 981	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483
poměr cena za přetok / cena elektřiny			0,46	0,49	0,51	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	

$$I = \sum_{n=1}^{DN} P_n$$

Zdroj: vytvořil autor

4.4 Tepelné čerpadlo vzduch/voda

Na základě zkušeností s výrobcí/prodejci FVE z předešlé kapitoly, kdy nabídku v požadované struktuře a termínu dodala menší část z nich, a zkušenosti časopisu dTest (Příloha 11), který testoval TČ, u nichž 6 výrobců z 11 neudala orientační cenu TČ, tj. jeden ze základních údajů pro výpočet návratnosti, jsem se rozhodl pro přímé oslovení konkrétního výrobce firmu ACOND a.s.

4.4.1 Zpracování nabídky TČ ACOND

Poptávka byla následující: vytápím cca 120 m² obytné plochy na maximálně 21 °C, prostřednictvím plynového kondenzačního kotle s průtokovým ohřevem vody s maximálním teplotním spádem 55/35 °C při průměrné roční spotřebě 8,3 MWh, využiji stávající topná tělesa a rozvody.

Poslední týden v měsíci březnu 2024 dorazila tato nabídka:

Tepelné čerpadlo ACOND				
Položka	Kč/mj	mn	mj	Celkem Kč
ACOND Grandis N (SVT kód 33106)	136 800 Kč	1	ks	136 800 Kč
Hydromodul Grandis-N (Elektrozvaděč EN včetně regulace AcondTherm, oběhové čerpadlo, 3-cestný ventil, bivalentní zdroj)	48 900 Kč	1	ks	48 900 Kč
Stojan pro TČ N	3 990 Kč	1	ks	3 990 Kč
Nerezová akumulační nádoba 100 E	14 900 Kč	1	ks	14 900 Kč
Expanzní nádoba 18 l	1 450 Kč	1	ks	1 450 Kč
Nerezový bojler s integrovaným výměníkem Acond 200	21 990 Kč	1	ks	21 990 Kč
Oběhové čerpadlo Grundfos AUTO 25-60 pro topný okruh	4 500 Kč	1	ks	4 500 Kč
Uvedení do provozu	4 900 Kč	1	ks	4 900 Kč
Dvoupotrubí (účtováno dle skutečnosti)	700 Kč	7	m	4 900 Kč
Připojení elektro (účtováno dle skutečnosti)	200 Kč	7	m	1 400 Kč
Instalace (práce, materiál, doprava)	49 380 Kč	1	ks	49 380 Kč
Cena celkem bez DPH				293 110 Kč
DPH 12%				35 173 Kč
Cena celkem s DPH				328 283 Kč

Instalace obsahuje:

- komplet tepelného čerpadla (položky v tabulce cenová nabídka výše)

- dodávku tepelného čerpadla na vaši adresu
- prostorový termostat
- elektrické propojení, kabeláž, zapojení regulace
- zprovoznění, prvotní regulaci systému, zaškolení obsluhy
- topenářské rozvody
- propojení vnitřní a venkovní jednotky, včetně dodávaného příslušenství s topným systémem

Instalace neobsahuje:

- elektro přípravu (dle přiloženého schématu)
- prostupy skrz kamenné a železobetonové zdi
- betonový základ pro usazení ukotvení venkovní jednotky
- topný systém (podlahové topení, radiátory)
- demontáž stávajícího topného zařízení

Jelikož instalace neobsahuje první tři výše uvedené body, bude celková cena navýšena o 10 %, tj. z 328 283 Kč na 361 111 Kč. Zbylé dva jsou irelevantní.

Dalším důležitým údajem, který vstupuje do výpočtu návratnosti u TČ je parametr topný faktor SCOP (starší COP), neboli průměrná roční účinnost. Jeho výpočet je uveden na obrázku 27 v podkapitole 3.1.2 Tepelná čerpadla. Na webových stránkách výrobce (Tabulka 10) k čerpadlu ACOND Grandis N je uveden níže uvedený údaj bez vztahu k teplotě.

Tabulka 10 Technická specifikace Acond GRANDIS N

PARAMETR	ACOND GRANDIS N
SVT kód pro dotace	SVT33106
Topný výkon kW min – max	1,7 – 8
Maximální tepelná ztráta objektu [kW]	7
COP (účinnost) A7/W35	5,54
COP (účinnost) A2/W30	5,25
COP (účinnost) – 7 / 52 °C	2,38
Prated [kW]	4
SCOP (sezónní účinnost)	4,05
Akustický výkon při A7/W55 dle EN 12 102-1 [dB(A)]	46,1
Akustický tlak v 6 m dB(A)	22,6
Max. teplota výstupní vody kompresorem	75°C
Jmenovitá frekvence [Hz]	50

Zdroj: ACOND a.s., 2024

Přesný údaj s vyznačením teploty topné vody je uveden až v technických datech (Tabulka 11). Proč to zde zmiňuji? Z logických důvodů výrobci/prodejci často uvádějí nejvyšší možný SCOP/COP, jakého lze u TČ docílit. Doba návratnosti TČ pak vychází podstatně lépe. Zde se nepotvrdilo, že by výrobce mlžil, neboť uvedl nižší údaj pro SCOP W55.

Tabulka 11 Technická data TČ vzduch-voda Acond GRANDIS

Výkonové parametry	
Model	Grandis-N
Maximální topný výkon A7/W35 [kW]	7,7
Maximální topný výkon A7/W55 [kW]	7
COP A7/W35 EN 14 511 [1]	5,54
COP A7/W55 EN 14 511 [1]	3,26
P _{rated} [kW]**)	4
Maximální tepelná ztráta objektu při -15°C – podlahové vytápění [kW]***)	7
Maximální tepelná ztráta objektu při -15°C - radiátory [kW]***)	7
Sezónní energetická účinnost – podlahové vytápění [%]	212,1
Sezónní energetická účinnost - radiátory [%]	159
SCOP W35 [1]**)	5,38
SCOP W55 [1]**)	4,05
Energetická třída – podlahové vytápění **)	A+++
Energetická třída – radiátory**)	A+++
Akustický tlak 3m [dB(A)]	28,6
Akustický tlak 6m [dB(A)]	22,6
Akustický výkon A7/W55 dle EN 12 102 [dB(A)]	46,1±1,5

*) Středněteplotní aplikace (A-10/W55); **) EN 14 825; ***) Pro vytopení objektu při uvedených tepelných ztrátách je započtený i pomocný ohřev elektrickou topnou tyčí. Venkovní teplota, při které topná tyč sepne, závisí na ztrátách objektu a požadované vnitřní teplotě a orientačně Vám bude sdělena našim obchodním zástupcem.

Technické údaje

Model	Grandis-N
Kompresor	Dvojitý Rotační
Napěťový kód; jistič **)	3~N/PE/400V/50Hz; B16A
Jmenovitý topný výkon [kW]	4
Jmenovitý příkon [kW]	0,7
Startovací proud [A]	5
Ustálený proud [A]	3,97
Ochranná třída	IP24
Hmotnost čerpadla [kg]	110
Chladivo	R290 - propan
Mezní teploty vzduchu [°C]	-25 až 38
Mezní teploty vody [°C]	20 až 75

*) Dodržujte místní předpisy;

**) Může se lišit v závislosti na bivalentních zdrojích

Zdroj: ACOND a.s., 2023, s. 2

Jak bylo uvedeno výše, ukazatel SCOP je průměrná hodnota. Protože TČ bude fungovat v kraji Vysočina, kde jsou podprůměrné teploty, bude pro výpočet tento koeficient snížen o 20 % z hodnoty 4,05 na 3,24. Jelikož koeficient SCOP odpovídá poměru mezi vyrobeným teplem a spotřebovanou elektřinou, lze potřebné množství elektřiny dopočítat z výše uvedených proměnných. Zde vyrobené teplo je reprezentováno průměrnou roční spotřebou plynu ve výši 8,3 MWh (uvedeno výše v poptávce). Po vydělení (8,3 MWh / 3,24) nám vyjde hodnota cca 2,57 MWh, tj. kolik elektřiny bude potřeba na rok provozu TČ.

Samotné TČ ACOND Grandis N stojí bez DPH 136 800 Kč. Jedná se o kompaktní monoblokové provedení v nerezovém provedení využívající ekologické chladivo R290. Samozřejmostí je monitorování TČ v reálném čase přes firemní dispečink a jeho ovládání přes aplikaci v mobilu. Záruka je poskytována 10 let na kompresor a 5 let na TČ.

4.4.2 Výpočet společné návratnosti FVE a TČ

Pro výpočet byl použit totožný vzoreček jako v předešlé kapitole.

Výpočet bude proveden za těchto zjednodušujících předpokladů:

- všechny předpoklady jako v předešlé kapitole

plus

- navýšení průměrné spotřeby elektřiny na 6,67 MWh (4,1 MWh + dopočítaná potřeba elektřiny pro TČ ve výši 2,57 MWh)
- servis TČ (hlavně kompresor a venkovní část) ve výši 4 000 Kč/rok (TČ se skládá převážně z pohyblivých částí)
- nulová poruchovost TČ (tzn. žádné další výdaje)
- ušetřená celková roční platba za plyn pro 1. rok 25 485 Kč, 2. rok 24 079 Kč a pro další léta 21 468 Kč (Obrázek 55, Příloha 10)

Obrázek 55 Výňatek z přílohy 10 – celková roční platba za plyn v jednotlivých letech

	1. rok (2024)	Plyn – klesající na 3 roky (od 12. 2. 2024)	2. rok (2025)	3. rok (2026)	4. rok (2027)	další roky
	Roční platba v Kč	Smlouva na dobu určitou Roční odběr: Topím nad 7,56 do 15 MW	Roční platba v Kč	Roční platba v Kč	Roční platba v Kč	Roční platba v Kč
6p Celková roční platba	25 485	Celková roční platba	24 079	21 468	21 468	21 468

Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – ČEZ Prodej, a.s., 2023; ČEZ Prodej, a.s., 2024

Tabulka 12 Výpočet společné návratnosti FVE a TČ

														DN								
n - jednotlivá léta životnosti	0. rok	1. rok	2. rok	3. rok	4. rok	5. rok	6. rok	7. rok	8. rok	9. rok	10. rok	11. rok	12. rok	13. rok	14. rok	15. rok	35. rok	36. rok	37. rok	38. rok		
zbývá splatit celkem		-922 916	-892 778	-864 112	-838 124	-812 230	-787 640	-763 051	-738 462	-713 873	-689 283	-664 694	-640 105	-615 516	-590 926	-566 337	-541 748	-49 963	-25 374	-784	23 805	
		MWh																				
I - kapitálový výdaj	Lindab - FV střešní krytina	5,71	-561 805	-561 805	-553 152	-544 565	-536 045	-527 619	-520 497	-513 376	-506 255	-499 134	-492 012	-484 891	-477 770	-470 649	-463 527	-456 406	-313 981	-306 860	-299 739	-292 617
I - kapitálový výdaj	pojištění FVE		-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000
I - kapitálový výdaj	nákup (6,67 - spotřeba)	3,24	56,8%	-27 821	-26 627	-25 449	-23 769	-20 794	-20 794	-20 794	-20 794	-20 794	-20 794	-20 794	-20 794	-20 794	-20 794	-20 794	-20 794	-20 794	-20 794	-20 794
P _n - peněžní příjem	spotřeba (60% z 5,71)	3,43	60,0%	29 381	28 121	26 877	25 102	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961	21 961
P _n - peněžní příjem	přetok (prodej)	2,28	40,0%	9 093	9 093	9 093	9 093	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955	7 955
odchází zdarma do sítě		0,00	0,0%																			
cena elektřiny (nákup, spotřeba)			8 576	8 208	7 845	7 327	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410
cena za přetok (prodej)			3 981	3 981	3 981	3 981	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483
poměr cena za přetok / cena elektřiny			0,46	0,49	0,51	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
I - kapitálový výdaj	ACOND TČ		-361 111	-361 111	-339 626	-319 547	-302 079	-284 611	-267 143	-249 675	-232 207	-214 739	-197 271	-179 803	-162 335	-144 867	-127 399	-109 931	239 429	256 897	274 365	291 833
I - kapitálový výdaj	servis TČ		-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000
P _n - peněžní příjem	ušetřená celková roční platba za plyn		25 485	24 079	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468

												DN	
n - jednotlivá léta životnosti	0. rok	1. rok	2. rok	3. rok	4. rok	5. rok	6. rok	7. rok	8. rok	9. rok	10. rok	11. rok	12. rok
zbývá splatit celkem		-753 725	-673 913	-597 420	-525 425	-456 122	-393 557	-330 992	-268 427	-205 862	-143 297	-80 732	44 398
		MWh											
I - kapitálový výdaj	innogy - FV panely	9,89	-392 614	-392 614	-334 287	-277 873	-223 346	-171 511	-126 414	-81 317	-36 220	8 877	53 974
I - kapitálový výdaj	pojištění FVE		-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000
I - kapitálový výdaj	nákup (6,67 - spotřeba)	0,74	7,4%	-6 312	-6 041	-5 774	-5 393	-4 718	-4 718	-4 718	-4 718	-4 718	-4 718
P _n - peněžní příjem	spotřeba (60% z 9,89)	5,93	60,0%	50 890	48 706	46 552	43 478	38 037	38 037	38 037	38 037	38 037	38 037
P _n - peněžní příjem	přetok (prodej)	3,96	40,0%	15 749	15 749	15 749	15 749	13 778	13 778	13 778	13 778	13 778	13 778
odchází zdarma do sítě		0,00	0,0%										
cena elektřiny (nákup, spotřeba)			8 576	8 208	7 845	7 327	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410	6 410
cena za přetok (prodej)			3 981	3 981	3 981	3 981	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483	3 483
poměr cena za přetok / cena elektřiny			0,46	0,49	0,51	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
I - kapitálový výdaj	ACOND TČ		-361 111	-361 111	-339 626	-319 547	-302 079	-284 611	-267 143	-249 675	-232 207	-214 739	-197 271
I - kapitálový výdaj	servis TČ		-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000
P _n - peněžní příjem	ušetřená celková roční platba za plyn		25 485	24 079	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468	21 468

$$I = \sum_{n=1}^{DN} P_n$$

Zdroj: vytvořil autor

4.5 Předpokládaný přínos IoT

Již v předinvestiční fázi má IoT neocenitelnou úlohu v určení spotřeby elektrické energie u konkrétních spotřebičů, a to během dne, týdne, měsíce a roku. V současné době se dá koupit např. výrobek firmy IKEA chytrá zástrčka TRETAKT (Inter IKEA Systems, 2024) za 199 Kč/ks. Ještě před dvěma léty od stejné firmy bezdrátově ovládaná zásuvka TRÅDFRI byla k dostání za 299 Kč/ks, což byla nejnižší cena (Obrázek 31, kapitola 3.2 Internet of Things (IoT) – internet věcí). Během dvou let došlo ke zlevnění napříč trhem a k větší rozšiřitelnosti mezi uživatele veškerých zařízení IoT. Tato drobná věc umožňuje jednoduše zjistit neefektivní spotřebiče v domácnosti a optimalizovat jejich spotřebu (vyřazením nebo výměnou za nové úspornější). Po vyřešení problému s neekonomickými zařízeními v domě lze začít uvažovat o aplikaci menších vylepšení. Například firma VEKTIVA s.r.o. nabízí produkt Smarwi – chytré otevírání oken (VEKTIVA, 2024), který dokáže ovládat ventilaci oken a tím regulovat teplotu v místnostech prostřednictvím mobilu nebo PC. Tyto věci pomůžou nastavit spotřebu energií v domě na výchozí stav.

Pokud se rozhodneme pro větší obměnu stávajících systémů pro topení, ohřev vody atd., lze výše uvedené věci využívat i nadále. Při pořízení FVE anebo TČ se stalo standardem, že získáme většinou zdarma komplexní řešení pro on-line sledování těchto zařízení přes aplikaci v mobilu nebo PC.

Důležitým prvkem je využití prediktivní údržby tj. zjištění počáteční indikace nestandardního chování zařízení (např. čidly naměřené hodnoty mimo meze nebo zaznamenání odlišného zvuku zařízení oproti standardu atd.). Pokud by nedošlo k včasnému odhalení problémů, mohlo by dojít k fatální poruše zařízení a tím k vysokým nákladům. Zjištění problémů v počáteční fázi šetří peníze a přispívá k optimálnímu chodu systému.

Na příkladu FVE z nabídek (Tabulka 8 Nabídky FVE z přelomu února a března 2024) firem Lindab a innogy si ukážeme, jak prediktivní údržba může pomoci ušetřit finanční prostředky tak, aby nenavýšovaly dobu návratnosti. Obecně lze říci, že samotné FV články, které jsou součástí FV modulů, se zřídka poškodí. Většinou přijde k úhoně obal (zapouzdrění) těchto modulů. Nejnáchylnější k poruchám i vzhledem k tomu, že pracují neustále, jsou střídače. V nabídce Lindab stojí střídač 90 223 Kč (záruka 5 let), což je 16 %

celkové investice. U innogy je za 52 920 Kč (záruka 10 let), tj. 13,5 % z celé zakázky. Střídač tvoří nemalou část vstupní investice a záruka (předpokládaná životnost) je kratší než u FV modulů. Takže je jistě lepší vydat při včasném servisu za opravu cca 10-20 % hodnoty střídače, než měnit celý za plnou cenu, a to díky IoT.

5 Zhodnocení výsledků a doporučení

5.1 Prognóza vývoje cen elektřiny v ČR – jak se vyhnout vyšší ceně za elektřinu

I přes současný pokles ceny (březen 2024) silové elektřiny, nelze do budoucna počítat, že celková cena elektřiny bude nadále klesat. Dekarbonizace a s ní spojený přechod na PoZE, bude vyžadovat náklady na modernizaci (posílení přenosové sítě tak, aby byla udržena rovnováha v elektroenergetické soustavě, digitalizaci atd.). Tyto náklady se budou promítat do regulované části a daní. Již tento rok se bude platit nová, tzv. cena za nesít'ovou infrastrukturu pro instituci Energetické datové centrum.

Jak bylo uvedeno v tabulce 5 (str. 46), spotřebitel platí vždy, pokud je připojen k veřejné elektrické distribuční soustavě. A více by měl platit ten, který si může dovolit pořídit FVE, tj. nestabilní zdroj energie, která vyžaduje vyšší náklady na stabilizaci sítě a bývá nezřídka podpořena dotací z peněz všech daňových poplatníků.

Pokud spotřebitel vytvoří ostrovní systém nezávislý na této soustavě, neměly by se ho týkat vyšší ceny elektřiny. Bohužel toto nebude vhodné pro všechny z důvodu vysokých nákladů. I zde vyvstává otázka, zda v budoucnu i tento přístup nebude nějak zpoplatněn.

5.2 Fotovoltaické zařízení – jak vybrat FV střešní krytinu

Na rozdíl od FV panelů nejsou rozměry FV střešní krytiny unifikované v několika málo rozměrech. Každý výrobce má většinou nejen jedinečné rozměry, ale i ostatní technické a užitné parametry. Z těchto odlišností vyvstává do budoucna otázka: Bude výrobce za několik let existovat – bude možné nahradit poškozený FV modul, tak jednoduše jako FV panel? Toto vidím jako největší riziko instalace FV střešní krytiny.

Nelze taktéž opomenout fakt, že se vyrábí v menších rozměrech (velikost střešní tašky nebo násobky jejich velikostí) a tudíž je potřeba větší množství FV modulů => více komponentů, teoreticky více možných oprav.

Směr (horizontální, vertikální), jakým se FV moduly přidělávají ke střeše, není radno podceňovat, neboť nevhodně zvolená krytina (zde vertikální instalace), která optimálně nevyužije danou střešní plochu, vede ke snížení výkonu FVE, jak se stalo výše.

5.3 Zhodnocení vypočtených dob návratností

Do výpočtu návratnosti nebyl zahrnut faktor času (viz. použitý vzorec), dotace (zkracuje DN) a výše prvotní investice do stávajícího zdroje energie (zkracuje DN), naopak byla zahrnuta individuální spotřeba a změny cen energií (jejich pokles prodlužuje DN a růst zkracuje DN).

- 1) Lindab – FV střešní krytina (kompromisní varianta), návratnost 23 let, FVE 5,71 kWp, 561 805 Kč, spotřeba elektřiny 4,1 MWh

Tato varianta (nabídka) je v podstatě z nouze, neboť jako jediná odpovídala poptávce, ale vůbec není optimální. Vzhledem k záruce na výrobek 10 let, bych tuto variantu nerealizoval.

- 2) innogy – FV panely (referenční varianta), návratnost 10 let, FVE 9,89 kWp, 392 614 Kč, spotřeba elektřiny 4,1 MWh

Zde se návratnost vejde do záruk 30 let na materiál FV modulů a 30 let na lineární pokles jejich výkonu až na 87 %, 10 let na střídač a 10 let na materiál montážního systému. V případě využití dotace ve výši 114 120 Kč by byla DN 7 let. A pokud by podařilo 1,69 MWh, tj. 17,1 % vyrobené elektřiny FVE, která odchází nyní do sítě zdarma, zrealizovat alespoň za přetokovou cenu nebo využít levnou akumulaci do vody, srazila by se DN na 6 let. Toto je nejlepší varianta.

- 3) Lindab – FV střešní krytina + ACOND TČ, návratnost 38 let, FVE 5,71 kWp, 922 916 Kč, spotřeba elektřiny 6,67 MWh

Tato varianta úplně pohořela, neboť vychází z varianty 1). Přesto má zde své místo, aby ukázala jak je důležitý výběr.

- 4) innogy – FV panely + ACOND TČ, návratnost 12 let, FVE 9,89 kWp, 753 725 Kč, spotřeba elektřiny 6,67 MWh

DN 12 let je okolo záruk FVE a pod životnosti TČ, která se pohybuje mezi 15–20 roky. U TČ je záruka poskytována 10 let na kompresor a 5 let na samotné čerpadlo. Zde jsem očekával větší spolupůsobení FVE a TČ na DN. V případě plného využití dotací by DN poskočila až na 8 let.

6 Závěr

V diplomové práci jsem zjišťoval návratnost investice do alternativních zdrojů energií s využitím IoT pro rodinný dům. Cílem nebylo nalézt optimální řešení.

V úvodu jsem ze široka popsal důvody proč a pro koho je vhodné se zajímat o investici do jiných zdrojů energií, tak aby dotyčný ušetřil peněžní prostředky nebo se stal částečně nezávislý na jejich dodavatelích.

V první kapitole jsem se věnoval FV zařízením. Popsal jsem princip fungování, technologie FV článků, jejich účinnost, současný stav vývoje, možnosti instalace FV panelů a budoucí směřování fotovoltaiky.

Další kapitola byla zaměřena na TČ – jejich princip, počítání účinnosti, podrobné popsání jednotlivých druhů.

Třetí kapitola popisuje vznik a vývoj IoT od průmyslového nasazení až po užití v domácnostech. Jsou zde uvedeny hlavní charakteristiky IoT a hlavní směry jeho vývoje. Taktéž jsem provedl zmapování produktů pro chytrou domácnost na tuzemském trhu.

Poslední kapitola teoretické části se zabývá způsoby výpočtu návratnosti investice.

V analytické části jsem začal popisem současné stavu objektu a definování některých vstupních hodnot pro výpočet návratnosti.

Ceně elektřiny jsem rozsahově věnoval velkou část, kde jsem popsal mimo jiné složení ceny pro domácnost, kde a jak se utváří, její vývoj a předpokládaný další směr.

U FV zařízení jsem se více zaměřil na FV střešní krytinu. Zpracoval jsem přehled dostupných FV střešních krytin v ČR. Následně jsem z nich dle stanovených parametrů vybral a oslovil dodavatele, aby mi učinili nabídku. Vybrána byla ta, která splňovala požadavky uvedené v poptávce. Pak jsem provedl výpočet návratnosti investice do FVE.

Napřímo byla v další kapitole oslovena firma na dodávku TČ. Spočetl jsem DN za předpokladu, že by FVE a TČ pracovaly současně.

Přínos IoT na dobu návratnosti jsem zhodnotil v předposlední kapitole. V současné době je již nedílnou součástí obou výše uvedených alternativních zdrojů. Velký přínos má, jak před investicí, tak i během provozu těchto zdrojů.

V poslední kapitole jsem uvedl pár doporučení (též průběžně uvnitř kapitol) a zhodnocení vypočtených dob návratnosti. S DN 10 let byla nejlepší varianta 2).

7 Seznam použitých zdrojů

- AGGARWAL, Vikram, 2021. Most Efficient Solar Panels: Solar Panel Efficiency Explained | EnergySage. *Solar News - Latest Solar Industry News And Insights* | EnergySage [online]. USA: EnergySage [cit. 2021-11-24]. Dostupné z: <https://news.energysage.com/what-are-the-most-efficient-solar-panels-on-the-market/>
- BAGHER, Askari Mohammad, Mirzaei Mahmoud Abadi VAHID a Mirhabibi MOHSEN, 2015. Types of Solar Cells and Application. *American Journal of Optics and Photonics* [online]. New York: Science Publishing Group, 3(5), 94-113 [cit. 2021-11-22]. ISSN 2330-8494. Dostupné z: doi:10.11648/j.ajop.20150305.17
- BERANOVSKÝ, Jiří a Jan TRUXA, 2004. *Alternativní energie pro váš dům. 2.*, aktualizované vydání. Brno: EkoWATT. Edice 21. století. ISBN 80-86517-89-6.
- BERRY, Joseph, 2021. Perovskite Solar Cells | Photovoltaic Research | NREL. *National Renewable Energy Laboratory (NREL) Home Page* | NREL [online]. Washington: NREL [cit. 2021-11-29]. Dostupné z: <https://www.nrel.gov/pv/perovskite-solar-cells.html>
- BUDÍN, Jan, 2015. Tepelná čerpadla - princip funkce a rozdělení. *OEnergetice.cz - denní zpravodajství z energetiky* [online]. Třebíč: OM Solutions [cit. 2021-06-17]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/teplarenstvi/tepelna-cerpadla>
- DLUHOŠ, Marek, 2014. *Zhodnocení efektivnosti investice*. Brno. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta, Katedra podnikového hospodářství. Vedoucí práce Peter Marinič.
- GREEN, Martin, Ewan DUNLOP, Jochen HOHL-EBINGER, Masahiro YOSHITA, Nikos KOPIDAKIS a Xiaojing HAO, 2020. Solar cell efficiency tables (version 57). *PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS: RESEARCH AND APPLICATIONS* [online]. 13 [cit. 2021-10-07]. Dostupné z: doi:10.1002/pip.3371
- HASELHUHN, Ralf, 2011. *Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu*. Ostrava: HEL. ISBN 978-80-86167-33-6.
- CHILAMKURTI, Naveen, T. POONGODI a Balamurugan BALUSAMY, ed., 2021. *Blockchain, Internet of Things, and Artificial Intelligence*. 1. Boca Raton (USA) and Milton (UK): CRC Press. ISBN 9781000359510.
- INAMUDDIN, Tauseef Ahmad RANGREEZ, Mohd Imran AHAMED a Rajender BODDULA, ed., 2021. *Materials for Solar Cell Technologies I*. 1. Millersville (USA): Materials Research Forum. ISBN 9781644901090.
- JKO, 2021. Ceny elektřiny i plynu by se v příštích měsících mohly stabilizovat, shodli se dodavatelé energií — ČT24 — Česká televize. *ČESKÁ TELEVIZE. ČT24 — Nejdůvěryhodnější zpravodajský web v ČR — Česká televize* [online]. [cit. 2023-11-08]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/ekonomika/3408470-ceny-elektriny-i-plynu-se-v-pristich-mesicich-mohly-stabilizovat-shodli-se>
- KALOUDA, František, 2019. *Finanční řízení podniku*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-756-6.

- KARLÍK, Robert, 2009. *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. Praha: Grada. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-2720-2.
- KNÁPKOVÁ, Adriana, Drahomíra PAVELKOVÁ, Daniel REMEŠ a Karel ŠTEKER, 2017. *Finanční analýza: komplexní průvodce s příklady*. 3., kompletně aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing. Prosperita firmy. ISBN 978-80-271-0563-2.
- KOVANDA, Lukáš, 2022. Češi mají nejdražší elektřinu v Evropě. Přitom patří k největším vývozcům na světě - Echo24.cz. *Echo24.cz - Názorový deník* [online]. Praha: Echo Media [cit. 2022-11-23]. Dostupné z: <https://echo24.cz/a/SJ7jK/cesi-maji-nejdrazsi-elektrinu-vevrope>
- MÁČE, Miroslav, 2006. *Finanční analýza investičních projektů: praktické příklady a použití*. Praha: Grada. Finanční řízení. ISBN 80-247-1557-0.
- MELICHEROVÁ, Petra, Tomáš PRCHLÍK, Jülie JINDROVÁ a Kateřina ULČOVÁ, 2018. 89.pdf. *StreTech - Informace* [online]. Praha: Fakulta strojní ČVUT [cit. 2021-10-06]. Dostupné z: http://stretch.fs.cvut.cz/2018/sbornik_2018/pdf/89.pdf
- MORAVEC, Štěpán, 2020. Jak se u nás bydlí | Statistika&My. *Statistika&My | Magazín Českého statistického úřadu* [online]. [cit. 2024-03-05]. Dostupné z: <https://www.statistikaamy.cz/2020/04/30/jak-se-u-nas-bydli/>
- MYŠKA, Marek, 2020. *Hodnocení investic z podnikového hlediska*. Pardubice. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní, Ústav podnikové ekonomiky a managementu. Vedoucí práce Renáta Myšková.
- NOVÁK, František, 2021. Polská firma vyrábí tištěné soláry. Mají nahradit uhlí | Týdeník pro ekonomiku, politiku a byznys. *HROT | Týdeník pro ekonomiku, politiku a byznys* [online]. Praha: HROT [cit. 2021-11-29]. Dostupné z: https://www.tydenikhrot.cz/clanek/tistene-solary-polsko-uhli?utm_source=www.seznam.cz&utm_medium=sekce-z-interne-tu#dop_ab_variant=563401&dop_source_zone_name=hpfeed.sznhp.box&dop_req_id=bd8RaWFLLIB-202106020921&dop_id=12003110
- POHANKA, Pavel, 2021. Internet věcí - Pavel Pohanka. In: *Data Distribution Service - Pavel Pohanka* [online]. Brno: Pohanka [cit. 2022-06-29]. Dostupné z: <https://pavelpohanka.cz/internet-of-things/>
- POJAR, Petr, 2019. Proč si pořídit solární střechu - ČESKÉSTAVBY.cz. In: *ČESKÉSTAVBY.cz - vše o stavbě, zahradě a bydlení* [online]. České Budějovice: Český internet [cit. 2021-11-17]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/proc-si-poridit-solarni-strechu-26890.html>
- ROSHAK, Michael, 2021. *Artificial Intelligence for IoT Cookbook: Over 70 Recipes for Building AI Solutions for Smart Homes, Industrial IoT, and Smart Cities*. 1. Birmingham (UK): Packt Publishing, Limited. ISBN 9781838986490.
- RŮČKOVÁ, Petra, 2019. *Finanční analýza: metody, ukazatele, využití v praxi*. 6. aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing. Finanční řízení. ISBN 978-80-271-2028-4.
- SEDLÁK, Martin, 2020. Vědecky ověřeno: solární panely vydrží produkovat čistou energii minimálně tři dekády | Obnovitelně. *Obnovitelně* [online]. Brno: Obnovitelně [cit. 2021-10-07]. Dostupné z: <https://www.obnovitelne.cz/clanek/1431/vedecky-overeno-solarni-panely-vydrzi-produkovat-cistou-energii-minimalne-tri-dekady/>

- SHARMA, Shruti, Kamlesh Kumar JAIN a Ashutosh SHARMA, 2015. *Solar Cells: In Research and Applications—A Review. Materials Sciences and Applications* [pdf]. 1. University of Seoul [cit. 2024-03-26]. Dostupné z: doi:10.4236/msa.2015.612113
- SHORO, Ghulam Mustafa, 2014. Types of solar cell [1] | Download Scientific Diagram. RESEARCHGATE. *ResearchGate | Find and share research* [online]. [cit. 2024-03-26]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Types-of-solar-cell-1_fig2_265692927
- SOB, 2021. Elektřina zdraží až o pětinu. Lednice teď vyjde ročně až na dva tisíce, konvice na pětistovku — ČT24 — Česká televize. ČESKÁ TELEVIZE. *ČT24 — Nejdůvěryhodnější zpravodajský web v ČR — Česká televize* [online]. [cit. 2023-11-08]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/3367644-elektrina-na-burze-je-nejdrazsi-za-13-let-pro-odberatele-mohla-podrazit-az-o-petinu>
- SOBOTKA, Zdeněk, 2022. Ceny elektřiny se časem ustálí kolem stovky eur za MWh, soudí solární král - Seznam Zprávy. SEZNAM ZPRÁVY, A.S. *Seznam Zprávy* [online]. [cit. 2023-11-11]. Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/ekonomika-byznys-rozhovory-ceny-elektriny-se-casem-ustali-kolem-stovky-eur-za-mwh-soudi-solarni-kral-216759>
- SVARC, Jason, 2021b. Best Solar Panels 2021 — Clean Energy Reviews. *CLEAN ENERGY REVIEWS | Solar panels, inverters and battery systems* [online]. Australia: Clean Energy Reviews [cit. 2021-11-23]. Dostupné z: <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/best-solar-panels-review>
- SVARC, Jason, 2021a. Top 10 Solar Panels - Latest Technology 2021 — Clean Energy Reviews. *CLEAN ENERGY REVIEWS | Solar panels, inverters and battery systems* [online]. Australia: Clean Energy Reviews [cit. 2021-11-22]. Dostupné z: <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/2017/9/11/best-solar-panels-top-modules-review>
- SYNEK, Miloslav, Jiří DVOŘÁČEK, Jiří DVOŘÁK, Eva KISLINGEROVÁ a Gustav TOMEK, 2011. *Manažerská ekonomika. 5., aktualizované a doplněné vydání*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3494-1.
- ŠURKALA, Milan, 2021. Hybridní perovskitové solární články s cca 30% účinností brzy ve výrobě | Svět hardware. *Svět hardware | homepage* [online]. Brno: oXyShop [cit. 2021-11-29]. Dostupné z: <https://www.svethardware.cz/hybridni-perovskitove-solarni-clanky-s-cca-30-ucinnosti-brzy-ve-vyrobe/55749>
- UŠÁK, Ivo, 2008. Fotovoltaické panely TEGOSOLAR | Stavebnictvi3000.cz. In: *Stavebnictvi3000.cz – věrohodný pohled na stavění a materiály* [online]. Hradec Králové: VEGA [cit. 2021-10-07]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/fotovoltaicke-panely-tegosolar>
- VOCHOZKOVÁ, Tereza Rozálie, 2022. Drahé energie se už promítají do vyúčtování. Podívejte se, co ovlivňuje ceny elektřiny na trzích — ČT24 — Česká televize. ČESKÁ TELEVIZE. *ČT24 — Nejdůvěryhodnější zpravodajský web v ČR — Česká televize* [online]. [cit. 2023-11-08]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/3526501-drahe-energie-se-uz-promitaji-do-vyuctovani-podivejte-se-co-ovlivnuje-ceny-elektriny>
- VOKŘÁL, Jiří, 2022. Cena elektřiny: Jak se tvoří a z čeho se skládá. SEZNAM ZPRÁVY, A.S. *Seznam Zprávy* [online]. [cit. 2023-11-11]. Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/ekonomika-cena-elektriny-burza-regulovana->

- neregulována-
214931#dop_ab_variant=0&dop_source_zone_name=zpravy.sznhp.box&source=hp&seq_no=2&utm_campaign=&utm_medium=z-boxiku&utm_source=www.seznam.cz
- ZAŤKOVÁ, Miroslava, 2013. *Tepelná čerpadla ve vytápění*. Antonínská 548/1, 601 90 Brno. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební. Vedoucí práce Marcela Počinková.
- ZILVAR, Jiří, 2018. V ČR už funguje net metering pro koncové zákazníky. Jen se mu tak neříká - TZB-info. *Obnovitelná energie a úspory energie - TZB-info* [online]. Praha: Topinfo [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/17459-v-cr-uz-funguje-net-metering-pro-koncove-zakazniky-jen-se-mu-tak-nerika>
- WIENERBERGER, 2024. Fotovoltaika Wevolt X-Tile | Wienerberger. WIENERBERGER. *Stavební materiál pro váš dům | Zdivo, střecha, fasáda, dlažba* [online]. [cit. 2024-03-17]. Dostupné z: <https://www.wienerberger.cz/strecha-tondach/produkty/wevolt-fotovoltaika.html>
- GASSER CERAMIC, 2024. FIT Indach Photovoltaik Solarmodul | gasserceramic.ch. GASSER CERAMIC. *Gasser Ceramic | Tondachziegel, Backsteine, Photovoltaik, Ziegelei* [online]. [cit. 2024-03-17]. Dostupné z: https://gasserceramic.ch/sortiment_photovoltaiik/fit?lang=en
- SOLÁRNÍ TAŠKY S.R.O., 2024. *Solární tašky* [online]. [cit. 2024-03-17]. Dostupné z: <https://www.solarnitasky.cz>
- LINDAB SALES CZ S.R.O., 2024c. Lindab Solar Roof - střecha s integrovanými solární panely | Střechy Lindab. LINDAB SALES CZ S.R.O. *Střešní krytiny a systémy z prvotřídní oceli | Střechy Lindab* [online]. [cit. 2024-03-18]. Dostupné z: <https://www.lindabstrechy.cz/lindab-solar-roof>
- LINDAB SALES CZ S.R.O., 2024b. Často kladené otázky | Střechy Lindab. LINDAB SALES CZ S.R.O. *Střešní krytiny a systémy z prvotřídní oceli | Střechy Lindab* [online]. [cit. 2024-03-18]. Dostupné z: <https://www.lindabstrechy.cz/casto-kladene-otazky>
- LINDAB SALES CZ S.R.O., 2024a. Často kladené otázky. LINDAB SALES CZ S.R.O. *Vítejte na stránkách Lindab!* [online]. [cit. 2024-03-18]. Dostupné z: <https://www.lindab.cz/o-produktech/profil/lindab-solar-roof/faq/>
- MEDITERRAN CZ S.R.O., 2024. *Solární taška Generon* [online]. [cit. 2024-03-17]. Dostupné z: <https://www.generon.cz>
- ČEPS, A.S., 2023. *Hodnocení zdrojové přiměřenosti ES ČR do roku 2040* [pdf]. Praha [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: <https://www.ceps.cz/cs/zdrojova-primerenost>
- T-POWER S.R.O., 2024. Solární taška SolteQ Biber. T-POWER S.R.O. *T-Power.cz - Staňte se svobodní v energiích*. [online]. [cit. 2024-03-16]. Dostupné z: <https://www.t-power.cz/solarnitasky/>
- CZECH ENERGY TEAM S.R.O., 2022. *Czech Energy Team* [online]. [cit. 2024-03-16]. Dostupné z: <https://czechenergyteam.cz/>
- ČEZ, A. S., 2023. *Zpráva k výsledkům hospodaření Skupiny ČEZ za I.-III. čtvrtletí 2023* [pdf]. [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/webpublic/file/edee/ospol/fileexport-s/pro-investory/informacni-povinnost-emitenta/2023-11/cz-tk-3q-2023-prezentace.pdf>

- VACULÍK S.R.O., 2024. Solární panel střešní taška 10W | RedLED.cz. VACULÍK S.R.O. *RedLED.cz - Internetový obchod s LED osvětlením* [online]. [cit. 2024-03-16]. Dostupné z: <https://www.redled.cz/produkty/solarni-panel-stresni-taska-10w>
- Tegola [online], 2024. [cit. 2024-03-16]. Dostupné z: <https://www.tegola.cz>
- ČEZ PRODEJ, A.S., 2024. Moo_ele_egd_pro_solary_080324_2024.pdf. ČEZ PRODEJ, A.S. *Skupina ČEZ* [pdf]. [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: https://www.cez.cz/webpublic/file/edee/ceniky/moo_ele_egd_pro_solary_080324_2024.pdf
- ČEZ PRODEJ, A.S., 2024. Moo_mop_plyn_gasnet_klesajici_na_3_roky_120224_2024.pdf. ČEZ PRODEJ, A.S. *Skupina ČEZ* [pdf]. [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: https://www.cez.cz/webpublic/file/edee/ceniky/moo_mop_plyn_gasnet_klesajici_na_3_roky_120224_2024.pdf
- ČEZ PRODEJ, A.S., 2024. Moo_ele_egd_klesajici_na_3_roky_120224_2024.pdf. ČEZ PRODEJ, A.S. *Skupina ČEZ* [pdf]. [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: https://www.cez.cz/webpublic/file/edee/ceniky/moo_ele_egd_klesajici_na_3_roky_120224_2024.pdf
- ČEZ PRODEJ, A.S., 2023. Plyn_bez_zavazku_01_2024_gasnet.pdf. ČEZ PRODEJ, A.S. *Skupina ČEZ* [pdf]. [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/plyn-2024/plyn_bez_zavazku_01_2024_gasnet.pdf
- ČEZ PRODEJ, A.S., 2023. Moo_ee_bez_zavazku_01_2024_egd.pdf. ČEZ PRODEJ, A.S. *Skupina ČEZ* [pdf]. [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2024/moo/moo_ee_bez_zavazku_01_2024_egd.pdf
- ČEZ PRODEJ, A.S., 2022. Plyn_na_1_rok_11_2022_gasnet.pdf. ČEZ PRODEJ, A.S. *Skupina ČEZ* [pdf]. [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/plyn-2022/moo/plyn_na_1_rok_11_2022_gasnet.pdf
- ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD, 2023a. ROČNÍ ZPRÁVA O PROVOZU ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVY ČESKÉ REPUBLIKY 2022. ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD. *Energetický regulační úřad | eru.cz* [pdf]. 30.06.2023 [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: <https://eru.gov.cz/rocni-zprava-o-provozu-elektrizacni-soustavy-cr-pro-rok-2022>
- ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD, 2023b. ROČNÍ ZPRÁVA O PROVOZU PLYNÁRENSKÉ SOUSTAVY ČESKÉ REPUBLIKY 2022. ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD. *Energetický regulační úřad | eru.cz* [pdf]. 30.06.2023 [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: <https://eru.gov.cz/rocni-zprava-o-provozu-plynarenske-soustavy-cr-za-rok-2022>
- ENERGO2021 [pdf], 2022. Praha: Český statistický úřad [cit. 2024-03-07]. ISBN 978-80-250-3280-0. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/196217611/15018922.pdf/0ea35dae-ab5f-42f7-b7ef-2819a7ffa025?version=1.3>
- ČEZ PRODEJ, A.S., 2022. Moo_ee_na_1_rok_11_2022_egd.pdf. ČEZ PRODEJ, A.S. *Skupina ČEZ* [pdf]. [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2022/moo/moo_ee_na_1_rok_11_2022_egd.pdf
- HEPI: Household Energy Price Index [online], 2022. VaasaETT [cit. 2022-11-23]. Dostupné z: <https://www.energypriceindex.com/>

- POWER EXCHANGE CENTRAL EUROPE, A. S., 2023. Co je PXE | PXE. POWER EXCHANGE CENTRAL EUROPE, A. S. *PXE - Power Exchange Central Europe, a.s.* [online]. [cit. 2023-11-07]. Dostupné z: <https://pxe.cz/cs/o-nas/co-je-pxe>
- ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD, 2023. Roční zpráva o provozu elektrizační soustavy ČR pro rok 2022 | eru.cz. ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD. *Energetický regulační úřad | eru.cz* [PDF]. 30.06.2023 [cit. 2023-11-07]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/rocní-zprava-o-provozu-elektrizacni-soustavy-cr-pro-rok-2022#ke-stazeni>
- EUROPEAN ENERGY EXCHANGE AG, 2023. European Energy Exchange AG (EEX). EUROPEAN ENERGY EXCHANGE AG. *European Energy Exchange AG (EEX)* [online]. [cit. 2023-11-07]. Dostupné z: <https://www.eex.com/en/>
- ČESKÁ TISKOVÁ KANCELÁŘ [ČTK], 2023. Ceny elektřiny už se na úroveň před covidem nevrátí, říká šéf Equinoru - Patria.cz. *Investice, ekonomika a finance, kurzy, akcie, měny a komodity - Patria.cz* [online]. [cit. 2023-11-08]. Dostupné z: <https://www.patria.cz/zpravodajstvi/5299919/ceny-elektriny-uz-se-na-urovne-pred-covidem-nevrati-rika-sef-equinoru.html>
- OTEVŘENÁ DATA O KLIMATU, Z. Ú., 2022. Jak se na trhu stanovuje cena elektřiny? OTEVŘENÁ DATA O KLIMATU, Z. Ú. *Fakta o klimatu* [online]. [cit. 2023-11-08]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/explainery/cena-elektriny-na-trhu>
- OTEVŘENÁ DATA O KLIMATU, Z. Ú., 2023. Jak se na trhu stanovuje cena elektřiny? OTEVŘENÁ DATA O KLIMATU, Z. Ú. *Fakta o klimatu* [online]. 16. 5. 2023 [cit. 2023-11-08]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/explainery/cena-elektriny-na-trhu>
- KURZY.CZ, SPOL. S R.O., 2023. Elektřina - ceny a grafy elektřiny, vývoj ceny elektřiny 1 MWh | Kurzy.cz. KURZY.CZ, SPOL. S R.O. *Kurzy měn, akcie, komodity, zákony, zaměstnání - Kurzy.cz | Kurzy.cz* [online]. [cit. 2023-11-11]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/komodity/cena-elektriny-graf-vyvoje-ceny/>
- 00801_FL_NA_PVTechComparison_07MAR11.indd, 2011. *Femtosecond laser products from Del Mar Photonics* [online]. Tempe: First Solar [cit. 2021-10-07]. Dostupné z: http://www.dmphotonics.com/Solar_technologies/Technology_Comparison_PV_NA.pdf
- Mounting Systems, 2018. In: *IBC SOLAR South Africa* [online]. Cape Town: IBC SOLAR South Africa [cit. 2021-10-07]. Dostupné z: <https://www.ibc-solar.co.za/solar-installers/products/mounting-systems/>
- EPavelek ..., © 2021. In: *EPavelek | Tepelná čerpadla, fotovoltaika, elektroinstalace* [online]. Opava: ELEKTRO-FA. PAVELEK [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: <http://www.pavelek.cz/otepelných-cerpadlech/>
- ČEZ Battery Box, © 2021. *Skupina ČEZ* [online]. Praha: ČEZ [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/sluzby-pro-zakazniky/cez-battery-box>
- Fotovoltaika pro domácnosti | E.ON, 2021. *E.ON se vyplatí – vám i přírodě | E.ON* [online]. České Budějovice: E.ON Česká republika [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/domacnosti/sluzby/solar/>
- Tepelná čerpadla | Tepelná čerpadla AC Heating, 2017. *Tepelná čerpadla AC Heating* [online]. Plzeň: AC Heating [cit. 2021-06-18]. Dostupné z: <https://www.ac-heating.cz/tepelna-cerpadla/>

- Země - voda - Topení topenáři, © 2018. In: *Topení - Topení topenáři* [online]. Opava: Instalatéri EKOMPLEX [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/tepelna-cerpadla/zeme-voda/>
- Jak funguje tepelné čerpadlo ..., b. r. *Česká tepelná čerpadla Brno - výroba tepelných čerpadel | TC MACH* [online]. TC MACH [cit. 2021-06-17]. Dostupné z: <https://www.tepelna-cerpadla-mach.cz/tepelna-cerpadla-pro-rodinne-domy/princip-tepelneho-cerpadla.php>
- Shallow geothermal systems ..., 2016. In: *Iter-geo.eu – Project* [online]. Erlangen: Friedrich Alexander-Universität [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: <http://iter-geo.eu/shallow-geothermal-systems-how-extract-inject-heat-into-ground/>
- Energetické piloty, 2011. In: *Projekty tepelných čerpadel země - voda / GEROTop.cz* [online]. Stráž nad Nisou: GEROTop [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: <https://www.gerotop.cz/energeticke-piloty>
- Blinds – Saule Technologies, 2021. In: *Saule Technologies – Inkjet-Printed Perovskite Solar Cells* [online]. Warsaw: Saule [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: <https://sauletech.com/blinds/>
- IoT – Saule Technologies, 2021. In: *Saule Technologies – Inkjet-Printed Perovskite Solar Cells* [online]. Warsaw: Saule [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: <https://sauletech.com/iot/>
- Best Research-Cell Efficiencies: Emerging Photovoltaics, 2021. *National Renewable Energy Laboratory (NREL) Home Page | NREL* [online]. Washington: NREL [cit. 2021-11-29]. Dostupné z: <https://www.nrel.gov/pv/assets/pdfs/cell-pv-eff-emergingpv-rev211117.pdf>
- The Future of Solar Energy: AN INTERDISCIPLINARY MIT STUDY* [online], 2015. Cambridge (Massachusetts): Massachusetts Institute of Technology [cit. 2021-11-22]. ISBN 978-0-928008-9-8. Dostupné z: <https://energy.mit.edu/wp-content/uploads/2015/05/MITEI-The-Future-of-Solar-Energy.pdf>
- III-V and CPV, 2019. In: *Fraunhofer ISE - YouTube* [online]. Freiburg: Fraunhofer ISE [cit. 2021-11-23]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=DsEgpegzOAw>
- Joel Jean - Research, 2020. In: *Joel Jean - Home* [online]. Joel Jean [cit. 2021-11-22]. Dostupné z: <https://www.joeljean.com/research.html>
- Most efficient solar panels 2021 — Clean Energy Reviews, 2021. *CLEAN ENERGY REVIEWS | Solar panels, inverters and battery systems* [online]. Australia: Clean Energy Reviews [cit. 2021-11-23]. Dostupné z: <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/most-efficient-solar-panels>
- Solar Thin ..., 2021. In: *IndiaMART - Indian Manufacturers Suppliers Exporters Directory, India Exporter Manufacturer* [online]. Uttar Pradesh (India): IndiaMART [cit. 2021-11-23]. Dostupné z: <https://www.indiamart.com/proddetail/solar-thin-film-7746935462.html>
- Waaree ..., 2021. In: *IndiaMART - Indian Manufacturers Suppliers Exporters Directory, India Exporter Manufacturer* [online]. Uttar Pradesh (India): IndiaMART [cit. 2021-11-23]. Dostupné z: <https://www.indiamart.com/proddetail/monocrystalline-solar-panel-23264100191.html>
- Notre solution - Sun'Agri, 2021. In: *Accueil - Sun'Agri* [online]. Lyon: Sun'Agri [cit. 2021-11-17]. Dostupné z: <https://sunagri.fr/notre-solution/>

- V Česku ..., 2020. In: *Solární Novinky CZ* [online]. Dobrá: Ing. Jaroslav Dorda [cit. 2021-11-17]. Dostupné z: <https://www.solarninovinky.cz/v-cesku-se-bude-instalovat-prvni-plovouci-solarni-elektrarna-v-miste-byvalych-uhelnych-dolu/>
- Analýza: 7+ 1 ..., 2019. In: *Solární Novinky CZ* [online]. Dobrá: Ing. Jaroslav Dorda [cit. 2021-11-17]. Dostupné z: <https://www.solarninovinky.cz/analyza-7-1-padny-duvod-proc-se-v-cesku-postavi-az-3000-mw-novych-solarnich-elektraren-do-roku-2030/>
- SmartFlower Solar Charging ..., 2021. In: *EV Charging for Business | Commercial & Public | Anglia Car Charging* [online]. Bungay: Anglia Car Charging [cit. 2021-11-17]. Dostupné z: <https://angliacarcharging.co.uk/smartflower/>
- The SmartFlower Solar ..., 2021. In: *The Solar Flower You Need to Experience — Smartflower* [online]. Boston: Smartflower Solar [cit. 2021-11-17]. Dostupné z: <https://smartflower.com/commercial/>
- BIPV – Saule Technologies, 2021. In: *Saule Technologies – Inkjet-Printed Perovskite Solar Cells* [online]. Warsaw: Saule [cit. 2021-11-17]. Dostupné z: <https://sauletech.com/bipv/>
- Smartflower - Smart Box Panama, 2021. In: *Home - Smart Box Panama* [online]. [cit. 2021-11-17]. Dostupné z: <http://smartboxpanama.com/en-us/soluciones/solar/smartflower/>
- ALIANCE ZATEPLUJEME ČESKO, 2023. Statistika „chudých-bohatých“ vlastníků rodinných domů jsou ve finanční pasti. ALIANCE ZATEPLUJEME ČESKO. *Domů | Zateplujemecesko* [online]. [cit. 2023-10-06]. Dostupné z: <https://www.zateplujemecesko.cz/post/statis%C3%ADce-chud%C3%BDch-bohat%C3%BDch-vlastn%C3%ADk%C5%AF-rodinn%C3%BDch-dom%C5%AF-jsou-ve-finan%C4%8Dn%C3%AD-pasti>
- Co je to agrovoltaika: ..., 2021. In: *InSmart.cz | Držíme krok s dobou chytrých technologií* [online]. Praha: RightWords Solution [cit. 2021-11-17]. Dostupné z: <https://insmart.cz/agrovoltaika-studie/>
- Tepelná čerpadla 2010-2023, 2023. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [pdf]. [cit. 2024-03-29]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2023/7/Tepelna-čerpadla-2010-2023.pdf>
- ACOND A.S., 2023. *Technicka-data-Acond-Grandis.pdf*. ACOND A.S. *Acond - český výrobce tepelných čerpadel a klimatizací* [pdf]. [cit. 2024-03-29]. Dostupné z: <https://acond.cz/wp-content/uploads/Technicka-data-Acond-Grandis.pdf>
- ACOND A.S., 2024. *Technické údaje acond grandis N - Acond.cz*. ACOND A.S. *Acond - český výrobce tepelných čerpadel a klimatizací* [online]. [cit. 2024-03-29]. Dostupné z: <https://acond.cz/technicke-udaje-acond-grandis-n/>
- DTest*, 2023. ISSN 1210-731X.
- MPSV, 2023. *TZ_energetická_inflace_25082023_final.pdf*. MPSV. *Průvodce* [online]. [cit. 2023-10-05]. Dostupné z: https://www.mpsv.cz/documents/20142/4552532/TZ_energetick%C3%A1_inflace_25082023_final.pdf/e10c27ac-70de-b9ee-757b-eed882038534

- VEKTIVA, 2024. *Vektiva - chytré otevírání oken mobilem* [online]. [cit. 2024-03-28]. Dostupné z: <https://vektiva.com>
- INTER IKEA SYSTEMS, 2024. TRETAKT zástrčka, chytré - IKEA. INTER IKEA SYSTEMS. *Hej! Welcome to IKEA Global* [online]. [cit. 2024-03-28]. Dostupné z: <https://www.ikea.com/cz/cs/p/tretakt-zastrcka-chytre-00556513/>
- KEARNEY, 2024. *Energy Transition Institute | Kearney* [online]. [cit. 2024-03-26]. Dostupné z: <https://www.energy-transition-institute.com>
- NINGBO ASLAN, 2017. Solar Cell, definition, types, constitution - Aslan Import And Export. NINGBO ASLAN. *China Solar Panel Manufacturers, China Solar Cells suppliers, Solar Modules factories made in China* [online]. [cit. 2024-03-26]. Dostupné z: <https://www.aslansolar.com/vs/solar-cell-definition-types-constitution>
- PEROVSKITE-INFO, METALGRASS LTD, 2024. Perovskite Solar | Perovskite-Info. PEROVSKITE-INFO, METALGRASS LTD. *Perovskite-Info | Perovskite News, Resources & Information* [online]. [cit. 2024-03-26]. Dostupné z: <https://www.perovskite-info.com/perovskite-solar>
- FRAUNHOFER ISE, 2017. Current Status of Concentrator Photovoltaic (CPV) Technology. FRAUNHOFER ISE. *Forschen für die Energiewende - Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE - Fraunhofer ISE* [online]. [cit. 2024-03-26]. Dostupné z: <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/cpv-report-ise-nrel.pdf>
- OLIFE ENERGY, 2024. *OlifeEnergy Box - Bateriové úložiště energie* [online]. [cit. 2024-03-26]. Dostupné z: <https://energybox.olife-energy.com/cz>
- Fotovoltaika - Green Technology, b. r. *Green Technology - obnovitelné zdroje, solární panely, bioplyn* [online]. Pardubice: Green Technology [cit. 2021-10-07]. Dostupné z: <http://www.green-t.cz/informace/technologie/fotovoltaika/>
- Organické solární panely ..., 2018. In: *Nedd.cz* [online]. Praha: TISCALI MEDIA [cit. 2021-10-07]. Dostupné z: https://nedd.tiscali.cz/organicke-solarni-panely-dosahly-rekordni-efektivit-dohanej-klasiku-317242?utm_source=www.seznam.cz&utm_medium=sekce-z-internetu
- Photovoltaics Report, 2021. *Forschen für die Energiewende - Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE - Fraunhofer ISE* [online]. Freiburg: Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE with support of PSE Projects [cit. 2021-10-06]. Dostupné z: <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>
- Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt | Loxone* [online], 2022. Kollerschlag: Loxone [cit. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/>
- IKEA představuje nový hub pro chytrou domácnost - IKEA, 2022. In: *IKEA.com Global* [online]. Delft: IKEA [cit. 2022-06-29]. Dostupné z: <https://www.ikea.com/cz/cs/newsroom/range-news/ikea-predstavuje-novy-hub-pro-chytrou-domacnost-pripraveny-na-standard-matter-a-novou-mobilni-aplikaci-pub4a609e30>
- Aplikace pro Android na Google Play* [online], 2022. Dublin: Google Ireland [cit. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/games>

- Tesla | Chytrý domov ve vašich rukách* [online], 2022. Praha: TESLA Solar [cit. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://www.teslasmart.com/>
- Xiaomi Česko* [online], 2022. Plzeň: Beryko [cit. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://www.xiaomicesko.cz/>
- Nábytek se švédskou tradicí pro každou domácnost - IKEA* [online], 2022. Älmhult: IKEA [cit. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://www.ikea.com/cz/cs/>
- DATART - Opravdový elektrospecialista | DATART* [online], 2022. Zlín: HP TRONIC Zlín [cit. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://www.datart.cz/>
- Philips - Česká republika* [online], 2022. Praha: Philips Česká republika [cit. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://www.philips.cz/>
- CSA-IOT - Connectivity Standards Alliance* [online], 2022. Davis: Connectivity Standards Alliance [cit. 2022-06-29]. Dostupné z: CSA-IOT - Connectivity Standards Alliance
- Datové centrum, přenos dat, cloud | cra.cz* [online], 2022. Praha: České Radiokomunikace [cit. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://www.cra.cz/>
- Skupina ČEZ* [online], 2022. Praha: ČEZ [cit. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/>
- Computer EXTRA: Chytrá domácnost*, 2018. Praha: CN Invest, 114 s. ISSN 1210-8790.
- Household Energy Price Index - 2023, 2023. *HEPI* [online]. SEPTEMBER 29, 2023 [cit. 2023-10-11]. Dostupné z: https://static1.squarespace.com/static/616804e3b1bb682181eb927a/t/651bcd9f745c855eb2bb4630/1696320929864/HEPI_Press_Release_September_2023.pdf
- Energetický regulační úřad, 2021. *Energetický regulační úřad* [online]. [cit. 2023-10-11]. Dostupné z: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=739051793404796&set=a.173280439981937>
- ERÚ vydává cenová rozhodnutí ... pro příští rok | eru.cz, 2019. *Energetický regulační úřad* | eru.cz [online]. 10.05.2022 [cit. 2023-10-11]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/eru-vydava-cenova-rozhodnuti-stanovujici-regulovane-ceny-v-elektroenergetice-a-plynarenstvi-pro-pristi-rok>
- ERÚ zveřejnil regulované ceny ... rok 2019 | eru.cz, 2018. *Energetický regulační úřad* | eru.cz [online]. 24.05.2022 [cit. 2023-10-11]. Dostupné z: https://www.eru.cz/regulovane_ceny_2019
- Energie | ČSÚ, 2023. In: *Český statistický úřad* | ČSÚ [online]. [cit. 2023-10-05]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/energie>
- Housing in Europe — 2022 interactive edition* [online], 2022. European Union [cit. 2023-10-06]. ISBN 978–92–76–58107–9. Dostupné z: doi:10.2785/798608
- ČESKO V ČÍSLECH 2021*, 2021. Praha: Český statistický úřad, 150 s. ISBN 978-80-250-3162-9.
- Domy | Sčítání 2021, 2023. *Zveřejnění výsledků | Sčítání 2021* [online]. Praha: Český statistický úřad [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://www.scitani.cz/domy>
- Spotřeba paliv a energií v domácnostech Energo - 2021 | ČSÚ, 2022. *Český statistický úřad* | ČSÚ [online]. Praha: Český statistický úřad [cit. 2022-11-23]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-paliv-a-energi-v-domacnostech-energo-2021>

Electricity and gas prices in the first half of 2022, 2022. *Home - Eurostat* [online]. Lucembursko: Eurostat [cit. 2022-11-22]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/ddn-20221031-1>

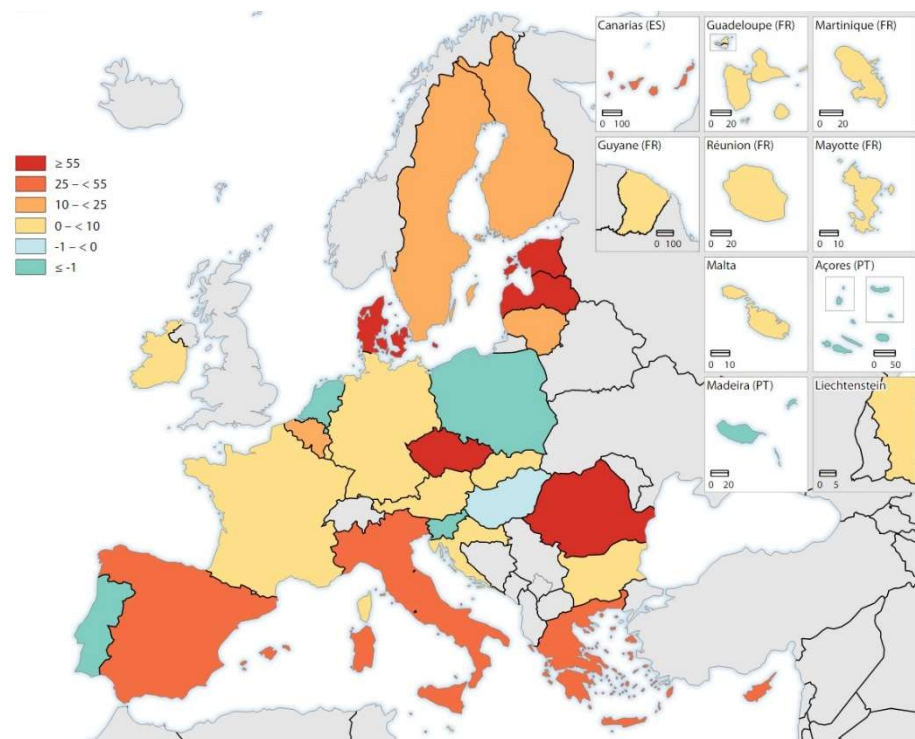
8 Přílohy

Příloha 1	Cena elektrické energie pro domácnosti v Česku v polovině roku 2022	84
Příloha 2	Srovnání účinnosti FV technologií (nejlepší lab. články vs. nejlepší lab. panely) s detailnějšími daty	85
Příloha 3	Agrovoltaika (zemědělská půda), výrobek firmy Smartflower Solar (volná nezemědělská plocha) a plovoucí FV elektrárna (vodní hladina).....	86
Příloha 4	Zjednodušené schéma FV technologií	87
Příloha 5	20 nejúčinnějších FV panelů za červenec 2021 s údaji o technologii FV článků	88
Příloha 6	Nejlepší výrobci FV panelů dostupných v Austrálii	89
Příloha 7	Hodnocení účinnosti modelů FV panelů podle výrobců prodávajících v USA .	90
Příloha 8	Nejlepší účinnost FV článků (dosaženo v laboratoři) – nové technologie fotovoltaiky.....	91
Příloha 9	Zjednodušené schéma typů TČ podle zdroje energie a teplosměnného média..	92
Příloha 10	Vývoj nákladů na energie (elektrina a plyn) při konstantní spotřebě a platných ceníků.....	93
Příloha 11	Test – Tepelná čerpadla.....	94

Příloha 1 Cena elektrické energie pro domácnosti v Česku v polovině roku 2022

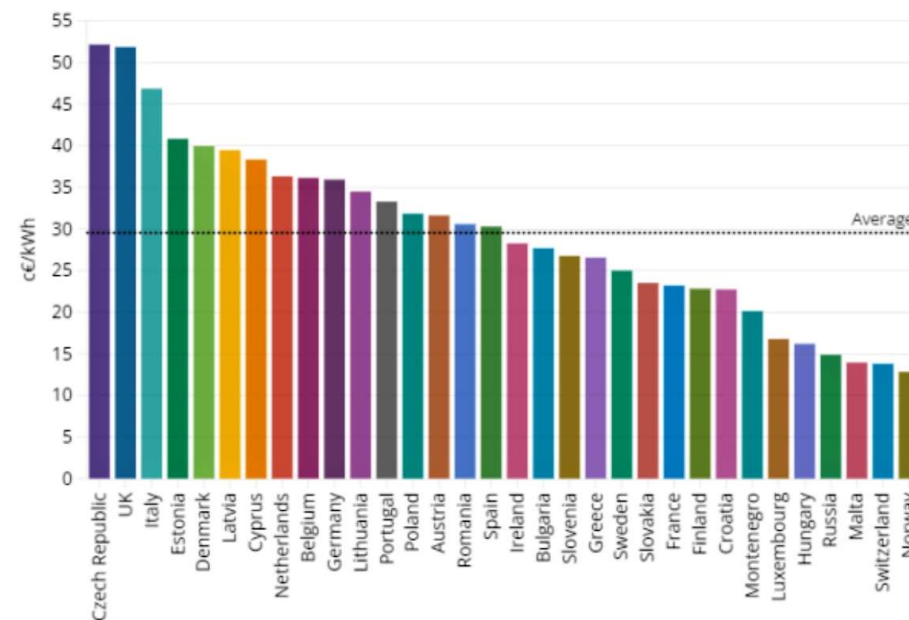
Změna cen elektřiny pro domácnosti (v %)

(1. pololetí 2022 ve srovnání s 1. pololetím 2021 na základě cen v národní měně)



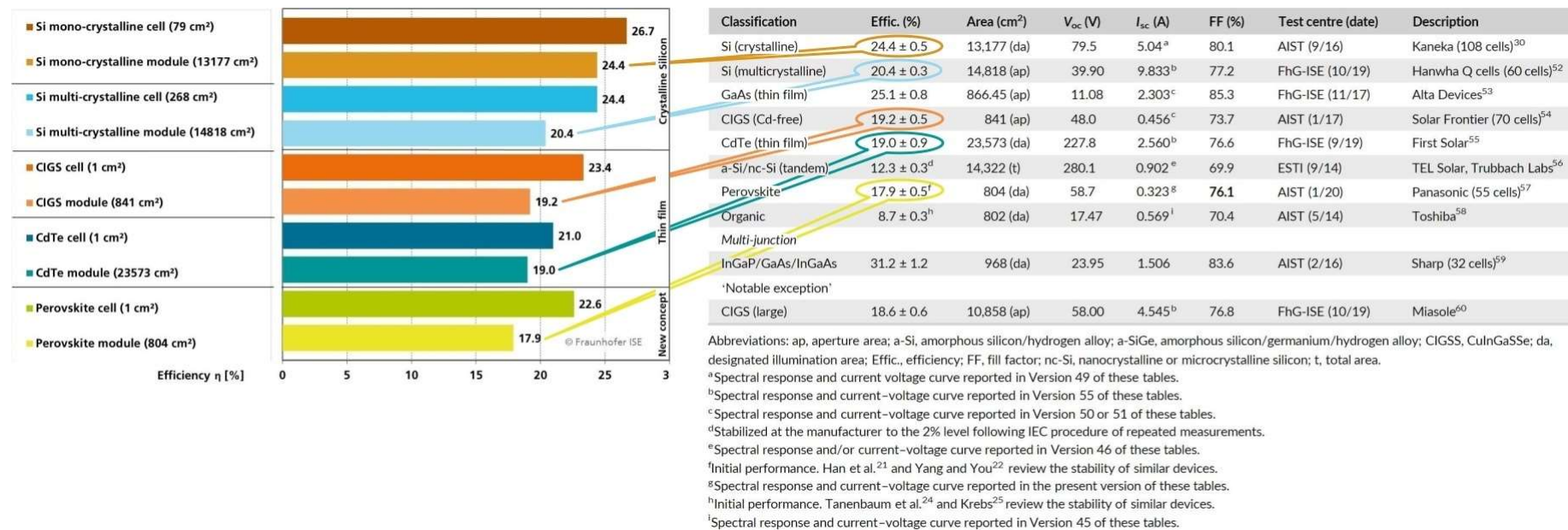
Zdroj: Electricity and gas prices in the first half of 2022, 2022

Průměrná cena elektřiny za 1 kWh (včetně daní) pro domácnosti v jednotlivých evropských metropolích v červenci 2022



Zdroj: HEPI, 2022

Příloha 2 Srovnání účinnosti FV technologií (nejlepší lab. články vs. nejlepší lab. panely) s detailnějšími daty



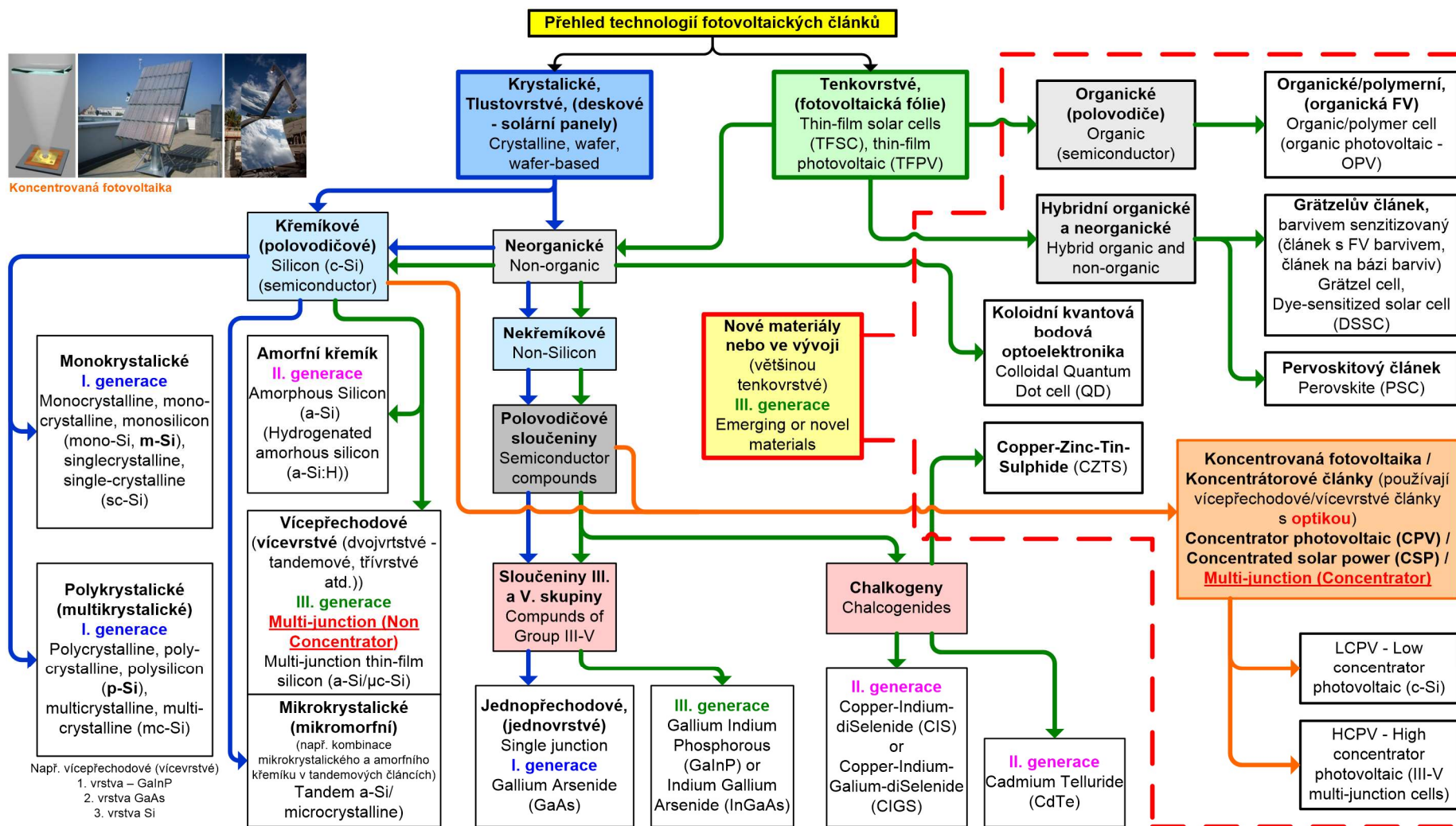
Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – Photovoltaics Report, 2021, s. 26; Green, 2020, s. 8

Příloha 3 Agrovoltaika (zemědělská půda), výrobek firmy Smartflower Solar (volná nezemědělská plocha) a plovoucí FV elektrárna (vodní hladina)







Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – Notre solution - Sun'Agri, 2021; Co je to agrovoltaika: ..., 2021; Smartflower - Smart Box Panama, 2021; The SmartFlower Solar ..., 2021; SmartFlower Solar Charging ..., 2021; Analýza: 7+ 1 ..., 2019; V Česku ..., 2020

Příloha 4 Zjednodušené schéma FV technologií



Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – Fraunhofer ISE, 2017, s. 6; Sharma, 2015, s. 1148; Perovskite-Info, Metalgrass LTD, 2024; Haselhuhn, 2011; Ningbo Aslan, 2017; Shoro, 2014; Kearney, 2024

Příloha 5 20 nejúčinnějších FV panelů za červenec 2021 s údaji o technologii FV článků

		Most Efficient Solar Panels 2021 *		V2.2 - July 2021
Manufacturer	Model	Max power (W)	Cell Type	Efficiency
	Maxeon 3	400W	N-type IBC	22.8 %
	Neon R	380W	N-type IBC	22.0 %
	Alpha Pure	405W	N-type HJT Half-cut	21.9 %
	EverVolt	380W	N-type HJT Half-cut	21.7 %
	Elite BK	405W	P-type IBC	21.4 %
	Tiger N-type 66TR	410W	N-Type Mono Half-cut	21.4 %
	FU 360 M Zebra	360W	N-type IBC Half-cut	21.3 %
	HiE-S400UF	400W	P-Type Mono Shingled	21.3 %
	Vertex S	405W	P-Type Mono Half-cut	21.1 %
	Andromeda	355W	N-type IBC Half-cut	21.0 %
	Astro 4 Semi	380W	P-Type Mono Half-cut	20.9 %
	Q.PEAK DUO ML-G9	390W	P-Type Mono Half-cut	20.8 %
	YLM 120	380W	P-Type Mono Half-cut	20.8 %
	WST-375MG	375W	P-Type Mono Half-cut	20.6 %
	Hi-MO 4	375W	P-Type Mono Half-cut	20.6 %
	Power XT	370W	P-Type Mono Half-cut	20.5 %
	HiDM CS1H-MS	345W	P-Type Mono Shingled	20.4 %
	TwinPlus M4-9B-R	375W	P-Type Mono Half-cut	20.4 %
	JAM60S10	345W	P-Type Mono Half-cut	20.2 %
	SII - Shingled	365W	P-Type Mono Shingled	20.2 %

* Residential modules - 60 or 66 cells (120 or 132HC) , or 96 & 104 cell panels. Does not include larger format commercial panels.

* Seznam nejúčinnějších FV panelů, které byly oznámeny a jejichž velkosériová výroba se očekává v průběhu roku 2021 - pouze panely formátu 60 až 66 článků pro obytné budovy – poslední aktualizace červenec 2021

Zdroj: Most efficient solar panels 2021 — Clean Energy Reviews, 2021

Příloha 6 Nejlepší výrobci FV panelů dostupných v Austrálii

Make	Leading Model *	Cell type *	Max Efficiency *	Product Warranty **	Perf Warranty after 25 yrs #
SunPower	Maxeon 3	N-type IBC	22.8%	25 years	Min 92.0% output
REC	Alpha Series	N-type HJT MBB	21.9%	20 years	Min 92.0% output
LG Energy	Neon R	N-type IBC	22.0%	25 years	Min 90.8% output
Qcells	QPeak DUO G9+	P-type Half-cut MBB	20.8%	25 years	Min 86% output
Winaico	WST-375MG	P-type Half-cut MBB	20.6%	25 years	Min 85.3% output
Hyundai	HiES400UF	P-type Shingled PERC	21.3%	25 years	Min 84.8% output
JinkoSolar	Tiger Pro 66TR	P-type Half-cut MBB Gapless	21.3%	15 years	Min 84.8% output
Canadian Solar	HiKu6	P-type Half-cut MBB	20.8%	12 years	Min 84.8% output
Trina Solar	Vertex S	P-type Half-cut MBB Gapless	21.1%	15 years	Min 84.8% output
Longi Solar	Hi-MO 4m	P-type Half-cut MBB Ga-doped	20.8%	12 years	Min 84.8% output

* Leading most efficient model currently offered by the manufacturer

** Maximum product warranty period - May vary by country or region

Warranty after 25 yrs - Linear performance warranty - Min guaranteed power output after 25 years

Pozn.: Tento seznam výrobců FV panelů je obecně použitelný včetně Evropy, tj. i v ČR.

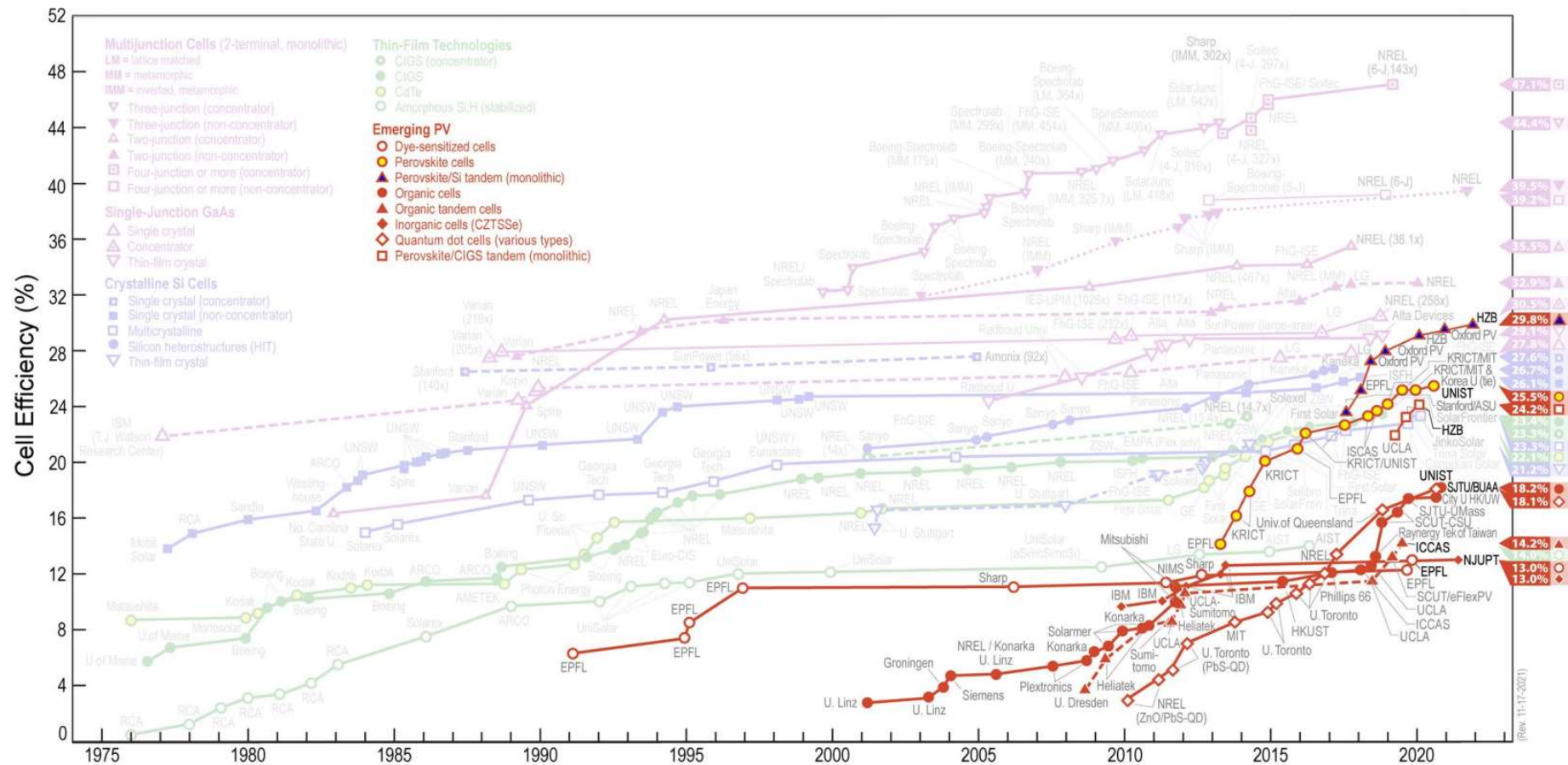
Zdroj: Svarc, 2021b

Príloha 7 Hodnocení účinnosti modelů FV panelů podle výrobců prodávajících v USA

SOLAR PANEL MANUFACTURER	MINIMUM EFFICIENCY (%)	MAXIMUM EFFICIENCY (%)	AVERAGE EFFICIENCY (%)
SunPower	16,50	22,80	20,73
LG	18,40	22,00	20,20
Panasonic	19,10	21,20	20,00
Solaria	19,40	20,50	19,84
Hanwha	19,30	20,30	19,80
LONGi	18,20	20,90	19,59
JinkoSolar	18,67	20,38	19,57
Solartech Universal	19,00	19,90	19,45
REC	16,50	21,70	19,27
QCELLS	17,10	20,60	19,20
CertainTeed Solar	17,20	19,90	19,06
Silfab	17,60	19,70	18,86
SunSpark Technology	18,84	18,84	18,84
Mission Solar Energy	18,05	19,35	18,73
Trina Solar	17,20	19,90	18,69
Astronergy	18,10	19,10	18,62
Hyundai	16,20	19,40	18,49
Risen	16,30	19,60	18,12
JA Solar	15,80	20,40	18,05
S-Energy	15,61	19,80	18,02
Upsolar	16,50	19,40	17,92
Canadian Solar	15,88	19,91	17,88
Peimar Group	16,60	19,36	17,84
First Solar	17,00	18,30	17,65
Talesun Energy	16,20	19,50	17,54
Recom Solar	16,00	19,05	17,31
Renogy Solar	15,30	18,50	17,30
BenQ Solar (AUO)	15,50	18,30	17,19
Axitec	15,37	19,41	17,06
Vikram Solar	16,52	17,55	17,03
Boviet Solar	16,50	17,50	16,98
ET Solar	15,67	19,07	16,89
Grape Solar	16,21	17,64	16,75
Seraphim	15,67	17,52	16,55
Hansol	14,97	18,05	16,49
Neo Solar Power	16,00	17,00	16,48
RGS Energy	15,60	17,10	16,35
Amerisolar	14,75	17,01	15,97
ReneSola	14,90	16,90	15,91
China Sunergy	14,98	16,53	15,78
Kyocera	14,75	16,11	15,42
Green Brilliance	14,24	15,58	15,03

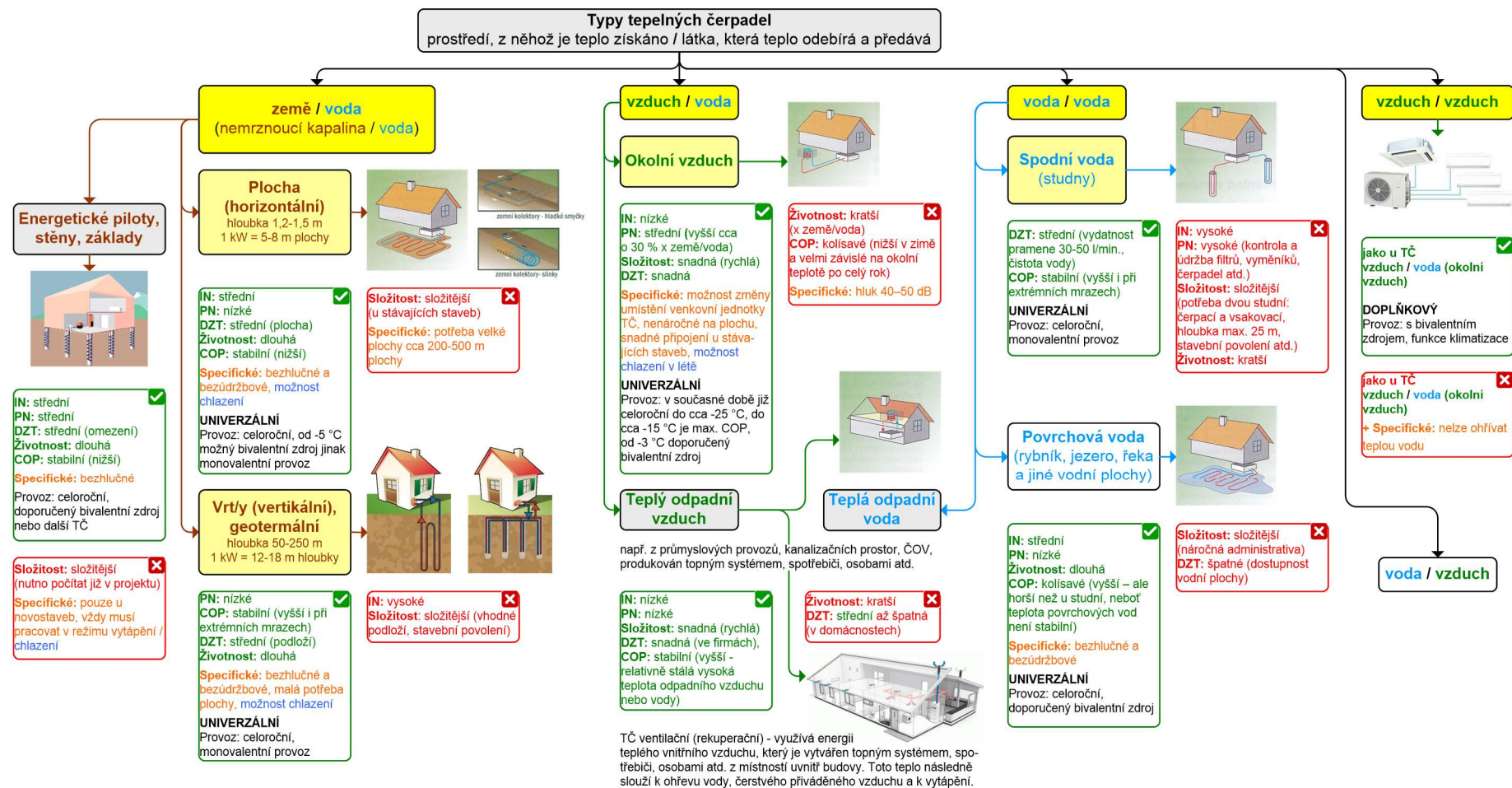
Zdroj: Aggarwal, 2021

Příloha 8 Nejlepší účinnost FV článků (dosaženo v laboratoři) – nové technologie fotovoltaiky



Zdroj: Best Research-Cell Efficiencies: Emerging Photovoltaics, 2021

Příloha 9 Zjednodušené schéma typů TČ podle zdroje energie a teplosměnného média



Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – Karlík, 2009, s. 12-52; Beranovský, 2004, s. 86-90; Energetické piloty, 2011; Shallow geothermal systems ..., 2016; Země - voda - Topení topenáři, 2018; EPavelek ..., 2021

Příloha 10 Vývoj nákladů na energii (elektřina a plyn) při konstantní spotřebě a platných ceníků

2023						2024									
Elektřina na 1 rok (od 1. 1. 2023) Smlouva na 1 rok (s vládním stropem) Distribuční sazba - D25d						Elektřina bez závazku (od 1. 1. 2024) Smlouva na dobu neurčitou Distribuční sazba - D25d									
	Kč/měsíc	Kč/MWh	Roční spotřeba v MWh	Roční platba v Kč		Kč/měsíc	Kč/MWh	Roční spotřeba v MWh	Roční platba v Kč		Kč/měsíc	Kč/MWh	Roční spotřeba v MWh	Roční platba v Kč	
1e	Cena za dodávku					Cena za dodávku					Cena za dodávku				
2e	Vysoký tarif	x	6 050,00	x	x	Vysoký tarif	x	4 791,60	x	x	Vysoký tarif	x	3 960,00	x	x
3e	Vysoký tarif (bez 21 % DPH)	x	5 000,00	x	x	Vysoký tarif (bez 21 % DPH)	x	3 960,00	x	x	Vysoký tarif (bez 21 % DPH)	x	2 890,00	x	x
4e	Nizký tarif	x	6 050,00	x	x	Nizký tarif	x	4 791,60	x	x	Nizký tarif	x	3 960,00	x	x
5e	Nizký tarif (bez 21 % DPH)	x	5 000,00	x	x	Nizký tarif (bez 21 % DPH)	x	3 960,00	x	x	Nizký tarif (bez 21 % DPH)	x	2 890,00	x	x
6e	Stálá platba	127,05	x	x	1 524,60	Stálá platba	139,15	x	x	1 669,80	Stálá platba	139,15	x	x	1 669,80
7e	Stálá platba za rezervovaný příkon podle jističe nad 3x 20 A do 3x 25 A	183,92	x	x	2 207,04	Stálá platba za rezervovaný příkon podle jističe nad 3x 20 A do 3x 25 A	232,32	x	x	2 787,84	Stálá platba za rezervovaný příkon podle jističe nad 3x 20 A do 3x 25 A	232,32	x	x	2 787,84
8e	Činnost OTE	5,08	x	x	60,96	Činnost OTE	5,01	x	x	60,12	Činnost OTE	5,01	x	x	60,12
9e	Celkové měsíční platby	316,05	x	x	3 792,60	Celkové měsíční platby	376,48	x	x	4 517,76	Celkové měsíční platby	376,48	x	x	4 517,76
10e	POZE* (podle spotřeby)	x	x	x	x	POZE* (podle spotřeby)	x	598,95	4,10	2 455,70	POZE* (podle spotřeby)	x	598,95	4,10	2 455,70
11e	Vysoký tarif	x	8 387,27	2,62	22 008,20	Vysoký tarif	x	7 575,70	2,62	19 878,64	Vysoký tarif	x	6 281,00	2,62	16 481,34
12e	Nizký tarif	x	6 450,62	1,48	9 521,12	Nizký tarif	x	5 628,38	1,48	8 307,49	Nizký tarif	x	4 333,68	1,48	6 396,51
13e	Celková roční platba	x	8 615,10	4,10	35 321,91	Celková roční platba	x	8 575,51	4,10	35 159,58	Celková roční platba	x	7 326,85	4,10	30 040,07
Plyn na 1 rok (od 1. 1. 2023) Smlouva na 1 rok (s vládním stropem) Roční odběr: Topim nad 7,56 do 15 MW						Plyn bez závazku (od 1. 1. 2024) Smlouva na dobu neurčitou Roční odběr: Topim nad 7,56 do 15 MW									
1p	Cena za dodávku					Cena za dodávku					Cena za dodávku				
2p	Topim nad 7,56 do 15 MW	x	3 025,00	x	x	Topim nad 7,56 do 15 MW	x	2 165,90	x	x	Topim nad 7,56 do 15 MW	x	1 790,00	x	x
3p	Topim nad 7,56 do 15 MW (bez 21 % DPH)	x	2 731,38	x	x	Topim nad 7,56 do 15 MW (bez 21 % DPH)	x	1 790,00	x	x	Topim nad 7,56 do 15 MW (bez 21 % DPH)	x	1 390,00	x	x
4p	Součet stálých plateb	293,17	x	x	3 518,04	Součet stálých plateb	353,10	x	x	4 237,20	Součet stálých plateb	353,10	x	x	4 237,20
5p	Topim nad 7,56 do 15 MW	x	3 304,97	8,30	27 431,25	Topim nad 7,56 do 15 MW	x	2 559,96	8,30	21 247,67	Topim nad 7,56 do 15 MW	x	2 075,96	8,30	17 230,47
6p	Celková roční platba	x	3 728,83	8,30	30 949,29	Celková roční platba	x	3 070,47	8,30	25 484,87	Celková roční platba	x	2 586,47	8,30	21 467,67
Celková roční platba za elektřinu a plyn						Celková roční platba za elektřinu a plyn									
x						x									
5 344,45						12,40									
66 271,20						4 890,68									
12,40						60 644,45									
*Poplatek za podporu výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů, neaplikuje se v období od 1. 10. 2022 do 31. 12. 2023 dle cenového rozhodnutí ERO 8/2022						*Poplatek za podporu výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů									
3e	Vysoký tarif (bez 21 % DPH) = silová elektřina		58,04%			Vysoký tarif (bez 21 % DPH) = silová elektřina		46,18%			Vysoký tarif (bez 21 % DPH) = silová elektřina		39,44%		
platby mimo cenu silové elektřiny						platby mimo cenu silové elektřiny									
41,96%						53,82%									
13e	Celková roční platba		100,00%			Celková roční platba		100,00%			Celková roční platba		100,00%		
73,25%						58,30%									
4p	Součet stálých plateb		26,75%			Součet stálých plateb		41,70%			Součet stálých plateb		46,26%		
100,00%						100,00%									

2025 (1. rok smlouvy)						2026 (2. rok smlouvy)						2027 (3. rok smlouvy)					
Elektřina – klesající na 3 roky (od 12. 2. 2024) Smlouva na dobu určitou Distribuční sazba - D25d						Elektřina – klesající na 3 roky (od 12. 2. 2024) Smlouva na dobu určitou Distribuční sazba - D25d						Elektřina – klesající na 3 roky (od 12. 2. 2024) Smlouva na dobu určitou Distribuční sazba - D25d					
	Kč/měsíc	Kč/MWh	Roční spotřeba v MWh	Roční platba v Kč		Kč/měsíc	Kč/MWh	Roční spotřeba v MWh	Roční platba v Kč		Kč/měsíc	Kč/MWh	Roční spotřeba v MWh	Roční platba v Kč			
1e	Cena za dodávku					Cena za dodávku					Cena za dodávku						
2e	Vysoký tarif	x	4 464,90	x	x	Vysoký tarif	x	4 101,90	x	x	Vysoký tarif	x	3 496,90	x	x		
3e	Vysoký tarif (bez 21 % DPH)	x	3 690,00	x	x	Vysoký tarif (bez 21 % DPH)	x	3 390,00	x	x	Vysoký tarif (bez 21 % DPH)	x	2 890,00	x	x		
4e	Nizký tarif	x	4 222,90	x	x	Nizký tarif	x	3 859,90	x	x	Nizký tarif	x	3 496,90	x	x		
5e	Nizký tarif (bez 21 % DPH)	x	3 490,00	x	x	Nizký tarif (bez 21 % DPH)	x	3 190,00	x	x	Nizký tarif (bez 21 % DPH)	x	2 890,00	x	x		
6e	Stálá platba	154,88	x	x	1 858,56	Stálá platba	154,88	x	x	1 858,56	Stálá platba	154,88	x	x	1 858,56		
7e	Stálá platba za rezervovaný příkon podle jističe nad 3x 20 A do 3x 25 A	232,32	x	x	2 787,84	Stálá platba za rezervovaný příkon podle jističe nad 3x 20 A do 3x 25 A	232,32	x	x	2 787,84	Stálá platba za rezervovaný příkon podle jističe nad 3x 20 A do 3x 25 A	232,32	x	x	2 787,84		
8e	Činnost OTE	5,01	x	x	60,12	Činnost OTE	5,01	x	x	60,12	Činnost OTE	5,01	x	x	60,12		
9e	Celkové měsíční platby	392,21	x	x	4 706,52	Celkové měsíční platby	392,21	x	x	4 706,52	Celkové měsíční platby	392,21	x	x	4 706,52		
10e	POZE* (podle spotřeby)	x	598,95	4,10	2 455,70	POZE* (podle spotřeby)	x	598,95	4,10	2 455,70	POZE* (podle spotřeby)	x	598,95	4,10	2 455,70		
11e	Vysoký tarif	x	7 249,00	2,62	19 021,38	Vysoký tarif	x	6 886,00	2,62	18 068,86	Vysoký tarif	x	6 281,00	2,62	16 481,34		
12e	Nizký tarif	x	5 059,68	1,48	7 468,09	Nizký tarif	x	4 696,68	1,48	6 932,30	Nizký tarif	x	4 333,68	1,48	6 396,51		
13e	Celková roční platba	x	8 207,73	4,10	33 651,68	Celková roční platba	x	7 844,73	4,10	32 163,38	Celková roční platba	x	7 326,85	4,10	30 040,07		
Plyn – klesající na 3 roky (od 12. 2. 2024) Smlouva na dobu určitou Roční odběr: Topim nad 7,56 do 15 MW						Plyn – klesající na 3 roky (od 12. 2. 2024) Smlouva na dobu určitou Roční odběr: Topim nad 7,56 do 15 MW						Plyn – klesající na 3 roky (od 12. 2. 2024) Smlouva na dobu určitou Roční odběr: Topim nad 7,56 do 15 MW					
1p	Cena za dodávku					Cena za dodávku					Cena za dodávku						
2p	Topim nad 7,56 do 15 MW	x	1 996,50	x	x	Topim nad 7,56 do 15 MW	x	1 681,90	x	x	Topim nad 7,56 do 15 MW	x	1 390,00	x	x		
3p	Topim nad 7,56 do 15 MW (bez 21 % DPH)	x	1 650,00	x	x	Topim nad 7,56 do 15 MW (bez 21 % DPH)	x	1 390,00	x	x	Topim nad 7,56 do 15 MW (bez 21 % DPH)	x	1 090,00	x	x		
4p	Součet stálých plateb	353,10	x	x	4 237,20	Součet stálých plateb	353,10	x	x	4 237,20	Součet stálých plateb	353,10	x	x	4 237,20		
5p	Topim nad 7,56 do 15 MW	x	2 390,56	8,30	19 841,65	Topim nad 7,56 do 15 MW	x	2 075,96	8,30	17 230,47	Topim nad 7,56 do 15 MW	x	2 075,96	8,30	17 230,47		
6p	Celková roční platba	x	2 901,07	8,30	24 078,85	Celková roční platba	x	2 586,47	8,30	21 467,67	Celková roční platba	x	2 586,47	8,30	21 467,67		
Celková roční platba za elektřinu a plyn						Celková roční platba za elektřinu a plyn						Celková roční platba za elektřinu a plyn					
x						x						x					
4 655,69						4 325,08						4 153,85					
12,40						12,40						12,40					
57 730,53						53 631,05						51 507,74					
*Poplatek za podporu výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů						*Poplatek za podporu výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů						*Poplatek za podporu výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů					
3e	Vysoký tarif (bez 21 % DPH) = silová elektřina		44,96%			Vysoký tarif (bez 21 % DPH) = silová elektřina		43,21%			Vysoký tarif (bez 21 % DPH) = silová elektřina		39,44%				
platby mimo cenu silové elektřiny						platby mimo cenu silové elektřiny						platby mimo cenu silové elektřiny					
55,04%						56,79%						60,56%					
13e	Celková roční platba		100,00%			Celková roční platba		100,00%			Celková roční platba		100,00%				
56,88%						53,74%						53,74%					
4p	Součet stálých plateb		43,12%			Součet stálých plateb		46,26%			Součet stálých plateb		46,26%				
100,00%						100,00%						100,00%					

Pozn.: Cena za dodávku – např.: vysoký tarif (bez 21 % DPH) = silová elektřina (obsahuje náklady spojené s nákupem/výrobou elektřiny), odráží cenu elektřiny na trhu. Cena za dodávku (bez 21 % DPH) bude stejná po celou dobu platnosti smluv, ale platby mimo tuto cenu (tj. daně, stálé platby, POZE atd.) se mohou v průběhu platnosti smluv měnit tj. zvýšit/snížit.

Zdroj: sestavil autor za použití zdrojů – ČEZ Prodej, a.s., 2022; ČEZ Prodej, a.s., 2023; ČEZ Prodej, a.s., 2024

Model vychází z předpokladu, že by se daly tarify „Elektřina, Plyn – klesající na 3 roky“ aplikovat od roku 2025. Potom z výše uvedené přílohy vyplývá, že ceny komodit klesají a tvoří na celkové koncové ceně stále menší podíl. Např.: silová elektřina v roce 2023 měla podíl 58 %, ale v roce 2027 bude mít pouze 39 %.

Příloha 11 Test – Tepelná čerpadla

Test Tepelná čerpadla		tepelná čerpadla					tepelná čerpadla							
	Stiebel Eltron HPA-O 07.1 CS Premium + HM trend + ISG Web	Viessmann Vitocal 250-A AWO-E-AC-AF 251.A10.	Wolf CHA-10/400V + BM-2 + Link home	Vaillant aroTHERM plus VWL 105/6 A S2 + VWZ MEH 97/6 + VRC 720/2 + VR 921	Daikin Altherma 3 H MT (EPRA10EW1) + Altherma 3 H MT W (ETBH12E6V)	Atlantic Fujitsu Alfea Extensa AI 8 R32	Mitsubishi Electric PUZ- WM85YAA + ERPX-YM9D (Set 7.23)	Panasonic AQUAREA J WH- MDC07J3E5	Bosch Compress 3400i AWS E 8-S (CS3400i/AWS 8 OR-S 8750722682 + AWS 10 E 8738212147)	Toshiba Estia HWT -801HW-E + HWT -1101XWHT6W-E	Ariston Nimbus Plus S Net R32	Panasonic AQUAREA J WH-UD07JE5 + WH- SDC0709J3E5	Daikin Altherma 3 R - ERGA08EAV3H + EHBH08EF6V	
orientační cena (Kč) ¹⁾	bez odpovědi	bez odpovědi	bez odpovědi	bez odpovědi	345 600	bez odpovědi	294 870	167 020	154 330	230 460	bez odpovědi	doprodaj	270 500	
celkové hodnocení	velmi dobře 83%	velmi dobře 83%	velmi dobře 81%	dobře 75%	dobře 73%	dobře 67%	dobře 66%	dobře 66%	dobře 65%	dobře 65%	dobře 63%	dobře 63%	dobře 60%	
vytápění	velmi dobře 81%	velmi dobře 85%	velmi dobře 83%	dobře 74%	dobře 74%	dobře 58%	dobře 62%	dobře 67%	dobře 67%	dobře 71%	dobře 65%	dobře 64%	uspokojivě 55%	
efektivita v běžném klimatu	+	++	++	+	+	o	o	o	+	+	o	o	o	
efektivita v chladném klimatu	o	+	o	o	o	++	++	++	+	++	++	++	++	
efektivita v teplém klimatu	++	++	++	++	++	1,8 / 2,1 / 2,7	1,8 / 2,2 / 2,3	1,7 / 2,4 / 2,5	2,6 / 3,2 / 2,8	1,6 / 2,5 / 2,7	1,6 / 1,9 / 2,5	1,8 / 1,8 / 2,7	1,6 / 1,9 / 1,9	
topný faktor při teplotě -15 °C / -7 °C / -2 °C ²⁾	2,6 / 2,6 / 2,9	2,3 / 2,8 / 3,4	2,2 / 2,2 / 3,3	1,4 / 2,3 / 3,1	2,0 / 2,3 / 2,7	3,2 / 4,3 / 5,1	3,3 / 3,9 / 4,7	2,9 / 4,6 / 4,9	3,1 / 4,3 / 4,1	3,2 / 4,5 / 5,2	3,3 / 4,3 / 4,9	3,1 / 4,4 / 4,6	2,7 / 3,9 / 4,7	
topný faktor při teplotě 2 °C / 7 °C / 12 °C ²⁾	3,8 / 4,9 / 6,7	4,2 / 4,8 / 6,6	4,2 / 5,2 / 5,8	3,7 / 4,4 / 5,3	3,5 / 4,8 / 5,1	dobře 52%	dobře 73%	uspokojivě 52%	dobře 73%	dobře 67%	dobře 64%	dobře 69%	dobře 72%	
podlahové vytápění ³⁾	velmi dobře 83%	velmi dobře 81%	velmi dobře 81%	dobře 74%	dobře 63%	dobře 76%	velmi dobře 80%	dobře 70%	dobře 66%	dobře 70%	dobře 74%	dobře 70%	velmi dobře 90%	
obsluha	dobře	velmi dobře	dobře	velmi dobře	velmi dobře									

¹⁾ Ceny tepelných čerpadel jsou proměnlivé a u mnoha společností jsou aktuální prodejní ceny zjistitelné pouze skrze přímé kontaktování prodejce. Od některých jsme do uzávěrky vydání odpověď nezískali.

Zdroj: DTest, 2023, s. 48-49