

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Bakalářská práce**

**Zhodnocení ekonomické návratnosti domovní  
fotovoltaické elektrárny v současných podmínkách  
ČR**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zdeněk Votruba, Ph.D.  
Autor práce: Tomáš Němec

© 2024 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Němec

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

Zhodnocení ekonomické návratnosti domovní fotovoltaické elektrárny v současných podmínkách ČR

Název anglicky

Evaluation of the economic return of a home photovoltaic power plant in the current conditions of the Czech Republic

---

### Cíle práce

Primárním cílem práce je posouzení energetické bilance fotovoltaických panelů používaných pro domovní solární elektrárny z pohledu ekologického vlivu na životní prostředí. Posuzovány budou systémy využívané především pro malé domácí solární elektrárny v podmínkách středočeského kraje. Klíčovým bude posouzení energetické bilance pro výrobu – provoz – ekologickou likvidaci uvedených fotovoltaických panelů. Zároveň bude přihlédnuto i k možnostem alternativních ekologických zdrojů energie aplikovatelných v podmínkách rodinných domů. V závěru práce budou vybrané systémy porovnány z pohledu domovních instalací v podmínkách ČR

### Metodika

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metodika práce
4. Popis různých typů solárních panelů včetně jejich zhodnocení
5. Popis technologie výroby vybraného typu solárního panelu včetně odhadu energetické náročnosti a ekologické zátěže vlastní výroby
6. Definice podmínek provozu domácích solárních elektráren v ČR, energetický zisk, ekologické aspekty (klady/zápory)
7. Likvidace solárních panelů, energetická náročnost, ekologická zátěž
8. Souhrnná energetická bilance pro vybrané typy solárních panelů, ekologický dopad použití
9. Rámcové porovnání s větrnou elektrárnou
10. Závěr a doporučení

**Doporučený rozsah práce**

40 až 50 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

**Klíčová slova**

solární panely, ekologie, energetická bilance, uhlíková stopa

---

**Doporučené zdroje informací**

HENZE, Andreas; HILLEBRAND, Werner; LOSÍK, Václav. Elektrický proud ze slunce : fotovoltaika v praxi : technika, přehled trhu, návody ke stavbě. Ostrava: HEL, 2000. ISBN 80-86167-12-7.

Internet, např.:

<https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/ekologicke-hrichy-a-nadeje-fotovoltaicke-energie-veronica.cz>

KRIEG, Bernhard; HRDINA, Miroslav. Elektřina ze Slunce : fotovoltaika v teorii a praxi. Ostrava: HEL, 1993.

LIBRA, Martin; POULEK, Vladislav. Fotovoltaika : teorie i praxe využití solární energie. Praha: ILSA, 2009. ISBN 978-80-904311-0-2.

LIBRA, Martin; POULEK, Vladislav. Solární energie : fotovoltaika – perspektivní trend současnosti i blízké budoucnosti. V Praze: ČZU, 2006. ISBN 80-213-1488-5.

Matuška T.: Solární soustavy pro bytové domy, 2010. Grada, ISBN: 978-80-247-3503-0

Matuška T.: Solární zařízení v příkladech, Grada, 2012, ISBN 978-80-247-3525-2

Mura, Paolo Giuseppe; Baccoli, Roberto; Innamorati, Roberto; et al.: Solar energy system in a small town constituted of a network of photovoltaic collectors to produce Electricity for homes and hydrogen for transport services of municipality, 6TH INTERNATIONAL BUILDING PHYSICS CONFERENCE (IBPC 2015) Book Series: Energy Procedia Volume: 78 Pages: 824-829 Published: 2015

MURTINGER, Karel; BERANOVSKÝ, Jiří; TOMEŠ, Milan; EKOWATT (ORGANIZACE). Fotovoltaika, elektřina ze slunce. Brno: ERA, 2007. ISBN 978-80-7366-100-7.

ZO ČSOP Veronica, Calla: Slunce 2002 – sborník z první česko-rakouská solární konference

---

**Předběžný termín obhajoby**

2023/24 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Zdeněk Votruba, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra využití strojů

Elektronicky schváleno dne 30. 10. 2023

doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 8. 11. 2023

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 13. 11. 2023

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " **Zhodnocení ekonomické návratnosti domovní fotovoltaické elektrárny v současných podmínkách ČR**" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne 12.3.2024

Tomáš Němec

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Zdeňkovi Votrubovi, Ph.D. za cenné rady, ochotu pomoci a odborné vedení bakalářské práce. Poděkovat chci také všem, kteří mě během mého studia podporovali, zejména mé rodině.

# Zhodnocení ekonomické návratnosti domovní fotovoltaické elektrárny v současných podmínkách ČR

## Abstrakt

Tato bakalářská práce se zaměřuje jak na ekonomické, tak na ekologické zhodnocení domácích fotovoltaických elektráren v současných podmínkách České republiky, s důrazem na Středočeský kraj. Práce obsahuje rozbor různých typů fotovoltaických panelů, jejich zapojení, výrobu a výkon pro malé domácí fotovoltaické elektrárny. Dále bude provedeno porovnání nabídek od různých dodavatelů a následný výběr optimálního řešení s ohledem na ekonomickou efektivitu návratnosti investice. Práce je dále rozšířena o analýzu ekologické zátěže výroby, dopravy a recyklaci fotovoltaických panelů, což poskytuje komplexní pohled na celý životní cyklus těchto zařízení.

**Klíčová slova:** Fotovoltaika, fotovoltaické panely, fotovoltaický článek, recyklace fotovoltaických panelů, energetická bilance, návratnost investice.

## Evaluation of the economic profitability of a home photovoltaic power plant in the current conditions of the Czech Republic

### Abstract

This bachelor thesis focuses on both ecological and economic evaluation of home photovoltaic power plants in the current conditions of the Czech Republic, with emphasis on the Central Bohemia region. The thesis includes an analysis of different types of photovoltaic panels, their wiring, production and performance for small domestic photovoltaic power plants. Furthermore, a comparison of offers from different suppliers and the subsequent selection of the optimal solution with regard to the economic efficiency of the return on investment will be made. The thesis is further extended to analyse the environmental burden of PV panel production, transport and recycling, providing a comprehensive view of the entire life cycle of these devices.

**Keywords:** Photovoltaics, photovoltaic panels, photovoltaic cell, recycling of photovoltaic panels, energy balance, return on investment.

## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	3
3	Metodika .....	4
4	Teoretická část .....	5
4.1	Historie fotovoltaiky .....	5
4.2	Princip fotovoltaického článku .....	6
4.3	Typy fotovoltaických článků.....	7
4.3.1	Monokrystalické fotovoltaické články .....	7
4.3.2	Polykrystalické fotovoltaické články .....	8
4.3.3	Amorfní fotovoltaické články.....	10
4.4	Technologie výroby .....	11
4.4.1	Výroba křemíku.....	11
4.4.2	Výroba monokrystalických křemíkových článků.....	13
4.4.3	Výroba polykrystalických křemíkových článků.....	15
4.4.4	Výroba amorfních křemíkových článků.....	15
4.5	Typy fotovoltaických systémů .....	16
4.5.1	Systém připojený k elektrické síti On Grid .....	16
4.5.2	Ostrovní systém Off Grid .....	17
4.5.3	Hybridní fotovoltaický systém .....	18
4.6	Recyklace fotovoltaických panelů .....	19
4.6.1	Termická recyklace .....	20
4.6.2	Mechanicko-chemická recyklace .....	21
5	Vlastní práce .....	22
5.1.1	Porovnání nabídek od různých dodavatelů fotovoltaiky .....	22
5.1.2	Výpočet návratnosti investice.....	23

5.1.3	Investice do FVE, nebo investice do akcií .....	25
5.1.4	Investice do FVE, nebo umoření části hypotéky.....	26
5.1.5	Analýza výpočtu emisí CO <sub>2</sub> při výrobě fotovoltaického panelu .....	27
5.1.6	Analýza emisí CO <sub>2</sub> při přepravě fotovoltaického panelu z Číny do ČR .	28
5.1.7	Analýza emisí CO <sub>2</sub> při recyklaci fotovoltaického panelu .....	30
5.1.8	Energetická návratnost fotovoltaických panelů .....	31
5.1.9	Porovnání FVE s větrnou elektrárnou .....	32
6	Závěr a doporučení .....	34
7	Přehled literatury .....	36
8	Seznam obrázků.....	40
9	Seznam tabulek.....	40
10	Seznam grafů .....	41
11	Seznam rovnic .....	41
12	Seznam příloh .....	41



# 1 Úvod

Je představa, že bychom mohli využít pouze sluneční energii k napájení našich domácností. To není jen futuristická představa, ale skutečnost, která se stává stále více dostupnou. Rostoucí popularita fotovoltaických panelů ukazuje na trend lidí, kteří chtějí snížit svou závislost na tradičních energetických zdrojích a zároveň přispět k ochraně životního prostředí.

Tato práce se zaměřuje na dopad fotovoltaických elektráren na finanční situaci domácností a životní prostředí, s důrazem na situaci v České republice. Cílem je zkoumat, zda investice do fotovoltaických systémů skutečně přináší očekávané ekonomické výhody a jaký má celkový dopad na naši planetu.

Zatímco někteří hledají možnosti úspory financí, jiní jsou motivováni touhou podílet se na ochraně životního prostředí. Tato práce spojuje oba tyto aspekty a poskytuje srozumitelný pohled na to, zda instalace fotovoltaických panelů představuje skutečně přínosný krok pro průměrnou domácnost. Podíváme se nejen na to, kolik můžeme ušetřit na účtech za elektřinu, ale také na to, jak to ovlivní naši uhlíkovou stopu.

Svět se dnes věnuje stále naléhavějším otázkám týkajícím se energetiky. Hledání udržitelných zdrojů je zásadní pro naši ekologickou budoucnost. V tomto kontextu nabízí fotovoltaická technologie jedinečnou příležitost přejít na zelenou energii a omezit závislost na tradičních zdrojích energie.

Teoretická část práce se zabývá historickým vývojem fotovoltaiky, principy fungování fotovoltaických článků a analýzou různých typů těchto článků, včetně monokrystalických, polykrystalických a amorfních fotovoltaických článků. Dále se zaměřuje na technologii výroby křemíku, z něhož jsou většinou fotovoltaické články vyráběny. Porovnává různé fotovoltaické systémy, jako jsou systémy připojené k elektrické síti (ON-GRID), ostrovní systémy (OFF-GRID) a hybridní fotovoltaické systémy. Práce také diskutuje otázku recyklace fotovoltaických panelů.

V praktické části této práce budou porovnány nabídky různých dodavatelů fotovoltaických elektráren a vypočítána doba návratnosti investice do této technologie. Bude zkoumán vliv ceny elektrické energie v distribuční síti na celkovou návratnost

investice a zodpovězena otázka, zda je výhodnější investovat na akciovém trhu nebo si splatit část hypotečního úvěru. Dále budou vypočítány energetické náklady na výrobu, přepravu a recyklaci a odpovězeno na otázku, jak rychle fotovoltaické panely generují energii, která pokryje náklady na jejich výrobu.

Výsledky této práce poskytnou ucelený pohled na návratnost investice do fotovoltaické elektrárny v kontextu českého prostředí a přispívají k diskusi o udržitelných energetických řešeních pro domácnosti.

## 2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je provést ekonomickou analýzu a zhodnotit ekologické dopady domácích fotovoltaických elektráren (dále už jen FVE) v současných podmínkách České republiky, s důrazem na Středočeský kraj. V rámci práce budou porovnány nabídky od různých dodavatelů FVE pro konkrétní rodinný dům v Benátkách nad Jizerou. Zaměří se na analýzu technických parametrů, finančních aspektů a celkovou efektivitu nabídek. Hlavním cílem bude poskytnout jasný pohled na to, zda se investice do FVE ekonomicky vyplatí. Dále se bude porovnávat, zda není ekonomicky výhodnější si umořit část z hypotečního úvěru, nebo investovat do akciových trhů.

Dalším cílem práce bude posouzení energetické bilance fotovoltaických (dále už jen FV) panelů. Bude se zkoumat vliv výroby, dopravy a recyklace na celkový životní cyklus FV panelu.

Na závěr porovnáme FVE s větrnou elektrárnou z hlediska ekonomické návratnosti.

### 3 Metodika

Pro výběr optimálního dodavatele FVE pro zvolený rodinný dům se nejdříve osloví pět firem. Po obdržení nabídek bude vybrána ta, která nejvíce splňuje požadavky. Následně se bude na základě výsledné ceny FVE počítat doba návratnosti. K tomu bude potřeba aktuální ceník od dodavatele elektrické energie ČEZ a spotřeba dané domácnosti, která se bude brát z minulého roku 2023.

V další části práce se bude zkoumat, zda by nebylo ekonomicky výhodnější investovat cenu FVE na akciovém trhu nebo umožnit část hypotečního úvěru. Pro tento účel bude osloven specialista v oboru financí z firmy Swiss Life Select a.s.

Dále práce odpoví na otázku, jak velké množství energie a CO<sub>2</sub> je potřeba pro výrobu, přepravu a recyklaci FV panelů. Pro výrobu se bude vycházet ze směrnice EU o ekodesignu. K výpočtu ekologické stopy vlivu dopravy se použijí stránky společnosti EcoTransIT, která se danou tematikou zabývá.

Pro výpočet analýzy emisí při recyklaci budou použity data z Asociace sklářského a keramického průmyslu ČR.

Na závěr práce se porovná investice do FVE s větrnou elektrárnou za pomoci stránek Ústavu fyziky atmosféry AV ČR.

## 4 Teoretická část

### 4.1 Historie fotovoltaiky

Fotovoltaika je přímá přeměna světla na elektrickou energii (stejnoseměrný proud). Z řeckého PHOTO – světlo na elektrické napětí VOLT. Přeměna spočívá ve fyzikálním jevu, jež probíhá nehlukně, bez emisí a bez spotřeby dalších látek v solárně aktivních materiálech. (1)

V roce 1839 objevil tehdy pouze 19letý francouzský vědec Alexandre Edmond Becquerel fotovoltaický efekt. Během svých experimentů s elektrochemickými bateriemi, obsahujícími zinkové a platinové elektrody, zjistil, že dochází k přírůstku elektrického napětí, když jsou tyto baterie vystaveny slunečnímu světlu. Tento revoluční objev položil základy pro následný rozvoj fotovoltaických technologií, jež umožňují přeměnu slunečního záření na elektrickou energii. Tato klíčová událost v historii fotovoltaiky otevřela cestu k šíření FV elektrických systémů a k vývoji čistých a obnovitelných zdrojů energie. Během 60. let byly FV panely poprvé použity ve vesmírných misích, což bylo první praktické využití fotovoltaiky. Postupně v průběhu 70. a 80. let došlo k zvyšování efektivity FV článků a současně k postupnému snižování nákladů na výrobu, což otevřelo cestu pro jejich masovou produkci. (2)

První funkční prototyp FV článku ze selenu a platiny sestrojili v roce 1876 William Grylls Adams a Richard Evans Day. Až v roce 1904 popsal složité fyzikální děje, probíhající ve FV článku, světoznámý Albert Einstein, který za to dostal roku 1921 Nobelovu cenu (konkrétně šlo o popsání fotoelektrického jevu). O půl století dále, roku 1947, byl v Bellových laboratořích vyroben první tranzistor, kterým začala masová výroba polovodičů. Ve stejné době byl s využitím krystalického křemíku vyroben první skutečný FV článek s energetickou účinností kolem 6 %. (4)

Zpočátku se FV články využívaly pouze pro menší, energeticky nenáročné přístroje, např. hodinky, kalkulačky nebo malé zdroje světla.

V 90. letech začala fotovoltaika nalézat využití v běžných domácnostech, zejména s rozvojem grid-connected systémů (systémy připojené na rozvodnou síť). V 21. století pak došlo k rapidnímu růstu fotovoltaického průmyslu, podporovanému

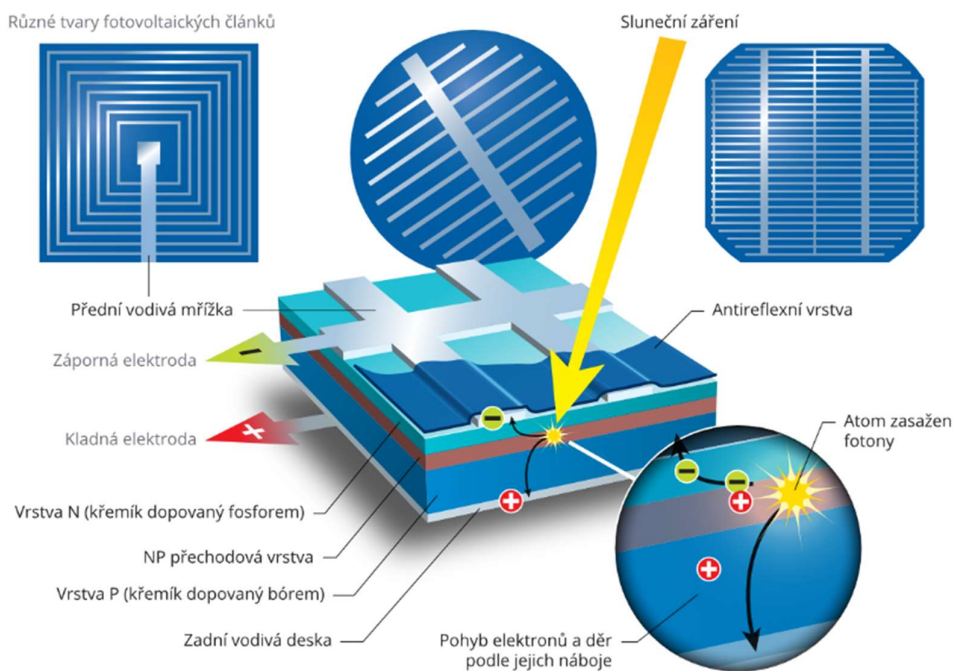
inovacemi v technologii a designu. Dnešní FV systémy jsou schopny generovat elektřinu efektivně a udržitelně, přičemž se stávají klíčovým prvkem globálního přechodu k čisté energii.

## 4.2 Princip fotovoltaického článku

Fotovoltaický článek je elektrické zařízení navržené k přeměně slunečního záření na elektrický proud. Základem jeho principu je FV efekt, který se vyskytuje v polovodičových materiálech, často v křemíku. Křemík je pevná krystalická látka se strukturou podobnou diamantu. Na rozdíl od něj absorbuje část slunečního záření a má vlastnosti polovodiče, tj. zahřátím nebo osvětlením dochází k prudkému nárůstu jeho vodivosti. Fyzikální princip fotovoltaického článku je podrobně znázorněn na Obr. 1. (3)

FV článek je zjednodušeně malá elektrárna využívající sluneční světlo jako zdroj energie. Když na článek dopadne světlo, uvolní se z něj elektrony, které vytvoří elektrický proud. Proud je poté elektrickým vodičem dodáván přímo elektrickému zařízení nebo může být přiveden do elektrické sítě.

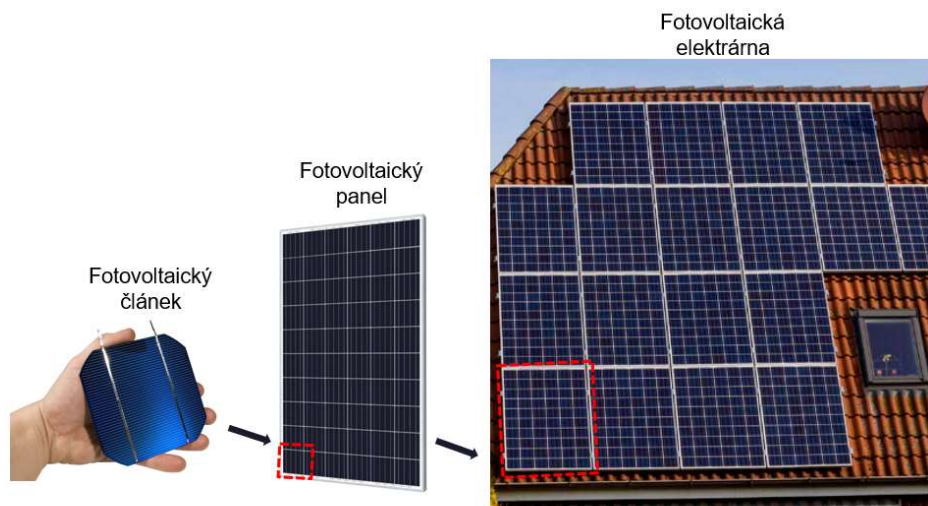
Obr. 1: Princip práce FV článku generujícího stejnosměrný elektrický proud



Zdroj: (8)

FV články jsou klíčovým prvkem FV panelů a ty jsou zase prvky FV elektráren, jak je znázorněno na Obr. 2.

Obr. 2: Znárodnění prvků fotovoltaické elektrárny



Zdroj: Vlastní úprava – upraveno podle (17), (18), (19)

### 4.3 Typy fotovoltaických článků

#### 4.3.1 Monokrystalické fotovoltaické články

Monokrystalické fotovoltaické články jsou vynikající volbou pro ty, kteří hledají vysokou účinnost a maximální výkon na omezené ploše.

Díky kvalitní krystalické struktuře mají schopnost lépe absorbovat sluneční světlo a generovat více elektřiny ve srovnání s jinými typy FV panelů. Nicméně tato vysoká účinnost přináší určité obchodní náklady. Výroba monokrystalických článků je náročnější a finančně nákladnější, protože vyžaduje speciální technologické postupy a precizní řízení výrobního procesu (viz kapitola 4.4.2). Tyto panely jsou obvykle dražší než jejich konkurenční varianty.

Dalším faktorem, který stojí za zvážení, je omezená flexibilita monokrystalických panelů. Kvůli jejich krystalické struktuře jsou méně ohebné, což může omezit jejich použití na některých typech povrchů, jako jsou zakřivené nebo nepravidelné struktury.

Výběr monokrystalických FV článků by měl být zvážen v kontextu konkrétních požadavků a omezení instalace. Jsou ideální pro situace, kde je kladen důraz na vysokou účinnost a kde omezení prostoru nejsou rozhodující. Celkově lze říct, že monokrystalické fotovoltaické články přinášejí vysoký výkon a účinnost, avšak za vyšší náklady a s některými omezeními ve flexibilitě použití. (5)

Obr. 3: Detailní záběr monokrystalického fotovoltaického článku



Zdroj: (9)

Charakteristika: Na střeše mají tmavě modrou až černou barvu, jak je vidět na Obr. 3. Vyráběny jsou z jednoho krystalu křemíku, což jim poskytuje homogenní strukturu.

Účinnost: Vysoká účinnost, často nad 20 %, což znamená vynikající výkon na plochu.

Výhody: Dlouhá životnost, vysoká účinnost a malý prostorový odhad.

Omezení: Vyšší náklady na výrobu v důsledku procesu růstu monokrystalů.

#### 4.3.2 Polykrystalické fotovoltaické články

Polykrystalické fotovoltaické články jsou dalším zajímavým typem slunečních panelů. Na rozdíl od monokrystalických článků, polykrystalické využívají více menších krystalů křemíku v jejich struktuře. Tato technologie je ekonomičtější, což má vliv na nižší náklady při výrobě. Hlavní charakteristikou polykrystalických článků je, že nemají jednotnou krystalickou strukturu, což může snížit jejich účinnost ve srovnání s monokrystalickými panely. (6)



Obr. 4: Detailní záběr polykrystalického fotovoltaického článku



Zdroj: (10)

Nicméně vývoj v této oblasti vedl ke zlepšení, díky kterým jsou polykrystalické panely velmi schopné v přeměně slunečního záření na elektřinu.

Jednou z výhod polykrystalických panelů je jejich vyšší flexibilita v procesu výroby. Vyrábí se litím křemíkového materiálu do formy, což je efektivní způsob, jak vytvořit mnoho menších krystalů. To umožňuje snížit ztráty materiálu a snížit náklady na výrobu. Polykrystalické články jsou často vhodnou volbou pro ty, kteří hledají dobrou rovnováhu mezi účinností, náklady a flexibilitou. Jsou ekonomicky dostupnější než monokrystalické alternativy a nabízejí solidní výkon. Jejich schopnost pracovat efektivně i při nižší intenzitě slunečního světla je také výhodná v oblastech s častou změnou počasí. (7)

Celkově vzato, polykrystalické fotovoltaické články jsou solidní volbou pro ty, kteří hledají vyvážený přístup k využití solární energie s ohledem na náklady a výkon.

Charakteristika: Na střeše mají modrou barvu. Skládají se z více krystalů křemíku, což jim dává nepravidelnou viditelnou strukturu, jak vidíme na Obr.4.

Účinnost: Nižší než u monokrystalických článků, obvykle kolem 15-20 %.

Výhody: Nižší náklady na výrobu, dobrá výkonová stabilita a široké rozšíření.

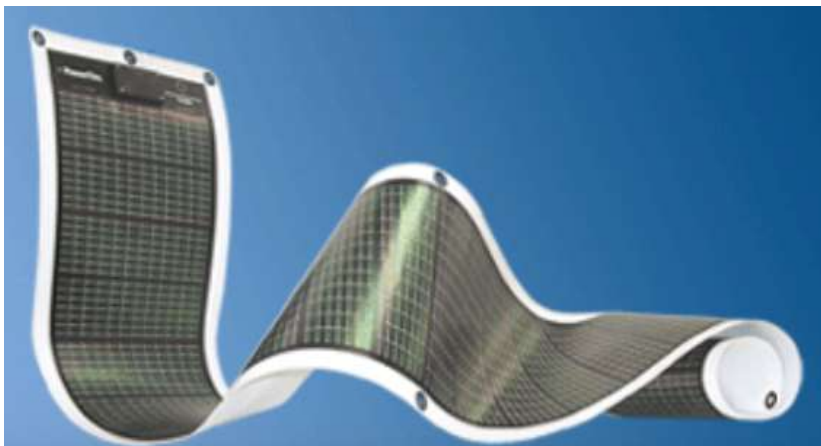
Omezení: Nižší účinnost ve srovnání s monokrystalickými články.

### 4.3.3 Amorfni fotovoltaické články

Amorfni, také nazývány tenkovrstvé fotovoltaické články, představují jednu z technologických variant FV článků. Oproti tradičním krystalickým článkům, které jsou vyrobeny z pevné krystalické struktury, jsou články amorfního typu vytvořeny z tenké vrstvy amorfního křemíku či jiných amorfních materiálů.

Klíčovým rysem amorfních FV článků je absence krystalické struktury. Tento fakt umožňuje flexibilitu při jejich výrobě, neboť se mohou nanášet na různé podklady, jako jsou sklo, tenké fólie nebo flexibilní materiály. Např. ohebné panely od firmy PowerFilm SOLAR na Obr.5. Tato flexibilita otevírá nové možnosti v oblasti integrace do různých zařízení, jako jsou například solární náhrdelníky, oblečení nebo na střechy zakřivených konstrukcí.

Obr. 5: Detailní záběr amorfního fotovoltaického článku



Zdroj: (11)

Amorfni články mají nižší účinnost než tradiční krystalické články, přibližně poloviční, ale vynikají ve své schopnosti absorbovat světlo i při nižší intenzitě. To znamená, že mohou efektivně generovat elektřinu i za zhoršených světelných podmínek, což je výhodné v oblastech s proměnlivým počasím.

Další výhodou amorfních FV článků je relativně nižší náklad na výrobu a možnost masové produkce. Jejich aplikace je vhodná zejména v situacích, kde je klíčový faktor flexibilita, a účinnost může být upřednostněna před maximální výkonovou produkcí.

Charakteristika: Používají amorfni křemík nebo jiné amorfni materiály.

Účinnost: Nižší než krystalické typy, obvykle kolem 5-10 %.

Výhody: Flexibilita, nižší náklady a odolnost proti stínění.

Omezení: Nižší účinnost a omezená životnost ve srovnání s krystalickými články.

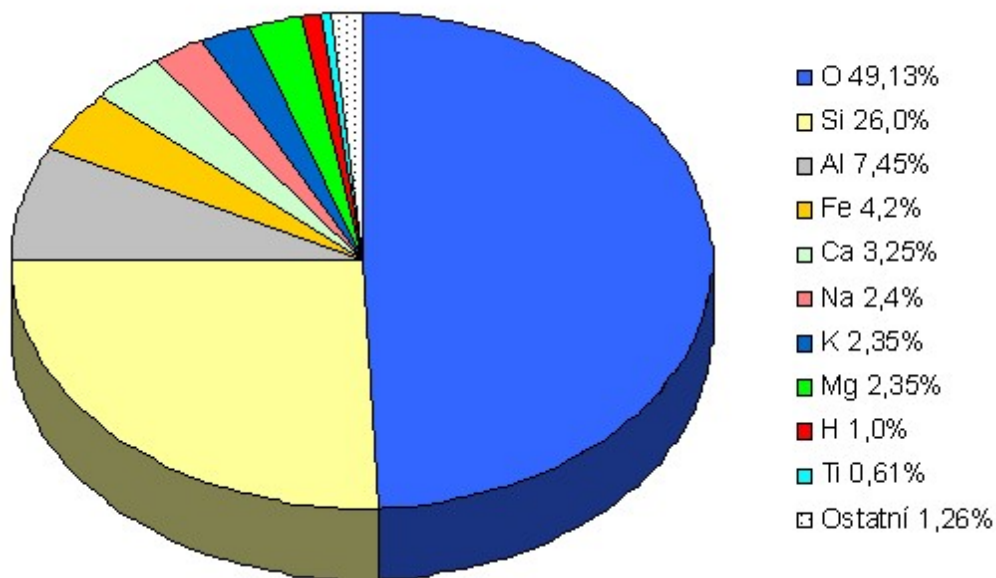
Každý typ fotovoltaického článku má své specifické vlastnosti a je vhodný pro různé aplikace v závislosti na požadavcích na účinnost, náklady a design.

#### 4.4 Technologie výroby

##### 4.4.1 Výroba křemíku

Křemík je druhým nejvíce rozšířeným prvkem v zemské kůře, jak je vidět na Obr. 6. Je relativně levný, snadno dostupný, není jedovatý a je asi nejlépe prozkoumaným polovodičem. Je mimořádně důležitým materiálem s širokým spektrem průmyslových a technologických využití. Mezi hlavní oblasti využití v elektronice jsou polovodiče, fotovoltaické panely a optické komponenty.

Obr. 6: Složení zemské kůry



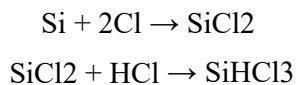
Zdroj: (12)

Pro představu: jedno procento hmotnosti zemské kůry představuje přibližně  $10^{20}$  kg.

Výroba křemíku začíná těžbou surovin bohatých na křemík, jako je křemen nebo křemenný písek. Tyto suroviny se smíchají s karbonizovaným uhlím (koksem) a taví se při teplotě okolo 2000 °C v obloukové peci. Dole v peci se hromadí roztavený křemík, který se v pravidelných intervalech odlévá. Takto získaný křemík má čistotu okolo 97-99 %. Pro výrobu polovodičů je ale potřeba mnohem větší čistota kolem 99,9999 %. (13)

Až vyčištěním surového křemíku může být vytvořen finální polotovar pro použití v další polovodičové výrobě. K tomu účelu existují různé technologie, přičemž nejpoužívanější technologií čištění křemíku je technologie Siemens s chlórovým cyklem. Jako první proběhne převod na trichlórsilan podle zjednodušených rovnic:

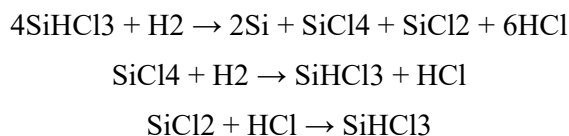
Rovnice č.1: Převod křemíku na trichlórsilan



Zdroj: (13).

Po destilaci se z trichlórsilanu opět vyredukuje čistý křemík podle zjednodušených rovnic:

Rovnice č.2: Destilace trichlórsilanu na čistý křemík



Zdroj: (13).

Takovýto proces má velkou spotřebu energie a musí zde být zajištěna bezpečnost obsluhy a ochrana životního prostředí. V současnosti jsou ve vývoji technologie výroby čistého křemíku, které nejsou založeny na chlórovém cyklu, a tím tyto problémy odstraňují. Nyní jsou tyto technologie ve stádiu testování. V případě že by se osvědčily, mohou podstatně snížit energetickou náročnost výroby čistého křemíku a tím i jeho cenu. Po vyčištění obvykle vzniknou hrudky čistého křemíku. Které dále

procházejí testováním elektrického odporu, jak je vidět na Obr. 7. Z tohoto materiálu lze vytvořit polykrystalické nebo monokrystalické ingoty, které se dále používají v polovodičové výrobě. (13)

Obr. 7: Testování hrudek čistého křemíku Jiaxing (Čína)



Zdroj: (13)

#### 4.4.2 Výroba monokrystalických křemíkových článků

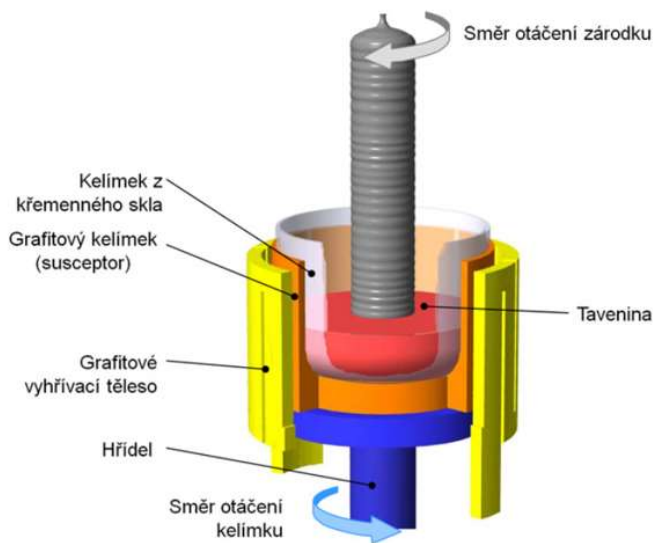
Výrobní proces monokrystalických křemíkových článků, který využívá Czochralského metodu, je založen na postupu tažení monokrystalu z taveniny čistého křemíku, a to za pomoci zařízení nazývaného tažička, jak nám znázorňuje Obr. 8. Počátečním krokem je roztavení vyčištěného čistého křemíku při teplotě přibližně 1420 °C v křemenném kelímku. Následně se zárodečný krystal ponoří do taveniny a je pomalu vytahován nahoru při jeho otáčení. Během tohoto procesu krystal postupně narůstá na průměr 30 cm a délku několika metrů. Hotový ingot monokrystalu křemíku nám ukazuje Obr. 9. Ingoty získané tímto způsobem jsou poté rozřezány na destičky (wafery) s tloušťkou 0,1-0,25 mm. Proces řezání zahrnuje využití několika paralelně napnutých diamantových drátů, které řezou několik ingotů současně. S postupným

snížením tloušťky destiček se zároveň minimalizuje i množství odpadu. Zjednodušeně nám proces výroby křemíkové destičky popisuje Obr. 10. (7,15)

Po nařezání jsou plátky podrobeny chemickému očištění a leptací lázni, která odstraňuje nečistoty a nepravidelnosti. Plátky se dotují příměsí P (boru). Následně je na ně aplikována tenká vrstva dotovaná příměsí N (fosforu) v difúzní peci při teplotě 800-900 °C. Horní strana je předem připravena, což vede k vytvoření P-N přechodu v samotném fotovoltaickém článku. Na závěr celého procesu se na plátky aplikuje antireflexní vrstva, která minimalizuje odraz slunečního světla a sítotiskem jsou na přední a zadní stranu naneseny sběrné kontakty pro odběr vytvořeného elektrického proudu. (7), (15)

Obr. 8: Průřez tažičky monokrystalů

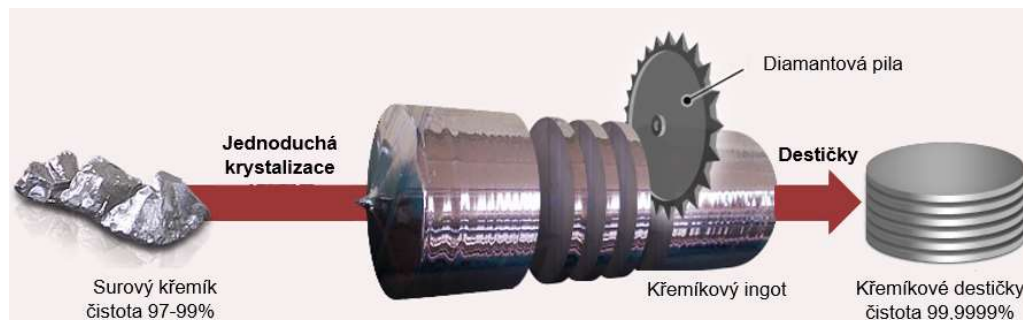
Obr. 9: Monokrystal křemíku



Zdroj: (14)

Zdroj: (20)

Obr. 10: Zjednodušené znázornění postupu výroby křemíkové destičky



Zdroj: (16)

### 4.4.3 Výroba polykrystalických křemíkových článků

Výroba polykrystalických ingotů je o dost jednodušší. Materiál čistého vyčištěného křemíku (viz. kapitola 4.4.1) se roztaví a nalije do formy, kde se nechá pomalu, definovanou rychlostí zchladnout. Chladnutí musí být pozvolné a řízené induktivním ohřevem, aby se vytvořila co možná největší monokrystalická zrna a aby bylo v materiálu minimum dislokací, pnutí apod. Hranice zrn i další poruchy krystalu totiž tvoří pro elektrony potenciálové bariéry a je tedy žádoucí jejich přítomnost minimalizovat. Tyto články se vyrábějí odléváním čistého křemíku do forem, čímž vzniknou bloky polykrystalického křemíku Obr.11. Další proces je stejný jako u monokrystalických článků. (13)

Obr. 11: Odlitý polykrystalický křemík



Zdroj: (13)

### 4.4.4 Výroba amorfních křemíkových článků

Panely tohoto typu jsou velmi tenké, každá vrstva má velikost pouze 1 mikron (0,001 mm). To znamená, že jsou 350krát menší než jiné typy panelů, jako jsou monokrystalické nebo polykrystalické panely. Tyto panely se vyrábějí napařováním tenkých vrstev křemíku, germania a dalších prvků na povrch z plastu, kovu nebo skla ve vakuové komoře při teplotách okolo 200 °C

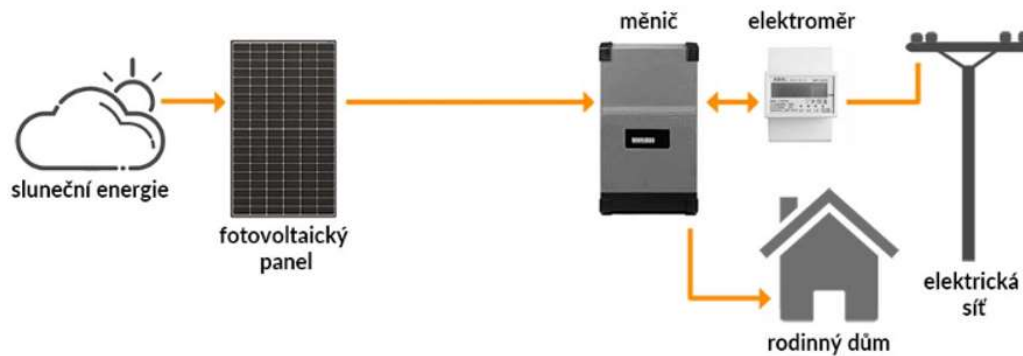
## 4.5 Typy fotovoltaických systémů

### 4.5.1 Systém připojený k elektrické síti On Grid

Systém připojený k elektrické síti, zvaný také On Grid, je energetické řešení přímo spojené s veřejnou elektrickou sítí, jak je vidět na Obr. 12. Klíčovým prvkem je měnič, který umožňuje dvousměrný tok elektřiny. V případě potřeby elektřiny se použije nejprve elektřina vyrobená z FVE na domě a pokud jí není dostatek, zbytek se doplní standardně z elektrické sítě. Když FV panely generují nadbytek elektřiny, může být tato přebytečná energie sdílena s elektrickou sítí.

Některé systémy navíc umožňují uživatelům získávat finanční výhody tím, že přebytečnou elektřinu dodávají zpět do sítě. Systém On Grid je ideální řešení pro oblasti s dostupnou elektrickou sítí, nabízející flexibilitu při využívání obnovitelných zdrojů energie při zachování spojení s celkovou energetickou infrastrukturou.

Obr. 12: Schéma zapojení On Grid systému



Zdroj: (24)



#### 4.5.2 Ostrovní systém Off Grid

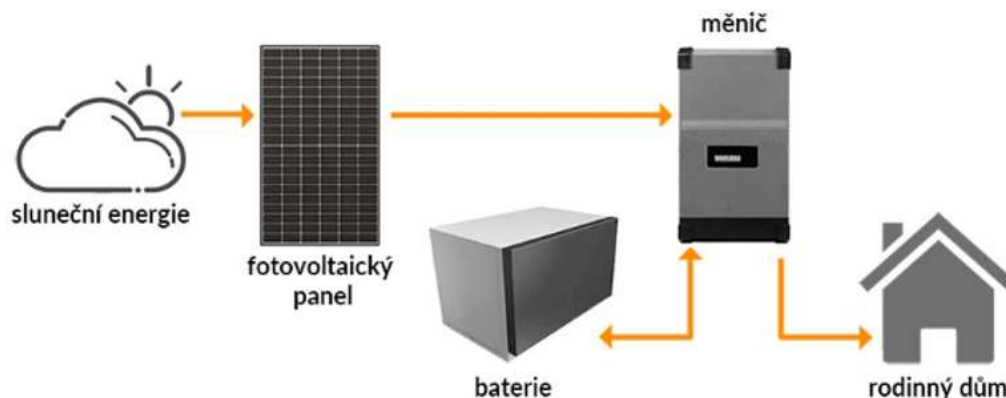
Ostrovní systém je energetický systém, který není napojen na běžnou elektrickou síť, jak je vidět na Obr. 13. Na rozdíl od domů nebo budov připojených k centrální elektrické síti, která dodává energii z velkých elektráren, ostrovní systém je autonomní a generuje, ukládá a spotřebovává energii na místě.

Tento systém je často využíván v odlehlých oblastech, kde není dostupné běžné elektrické připojení. Může však být také použit z důvodů nezávislosti, udržitelnosti nebo v případě dočasné potřeby elektrické energie, například při kempování nebo v nouzových situacích.

Ostrovní energetické systémy zahrnují často obnovitelné zdroje, jako jsou FV panely nebo větrné turbíny, spolu s bateriemi pro skladování energie. Tato kombinace umožňuje generovat a uchovávat energii i v dobách, kdy přírodní zdroje, jako slunce nebo vítr, nejsou dostupné.

V praxi to znamená, že lidé v odlehlých oblastech mohou mít vlastní zdroje energie, aby napájeli své domy, aniž by byli připojeni k běžné elektrické síti. Tímto způsobem mohou dosáhnout energetické nezávislosti a využívat udržitelnějších způsobů získávání elektřiny.

Obr. 13: Schéma zapojení Off Grid systému



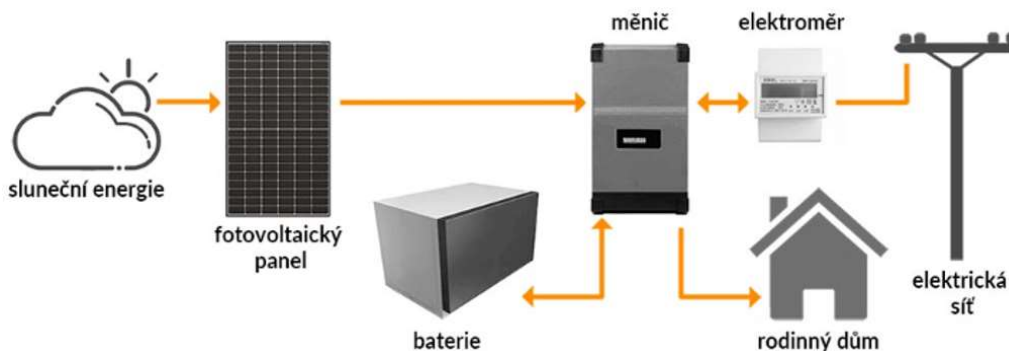
Zdroj: (24)

### 4.5.3 Hybridní fotovoltaický systém

Hybridní FV systém kombinuje výhody on-grid a off-grid systému, jak je vidět na Obr. 14. Klíčovým prvkem hybridního systému je schopnost skladovat energii v bateriích. Tímto způsobem může tento systém akumulovat nadbytek elektřiny v dobách větší produkce a následně ji využít, když spotřeba elektřiny převyšuje momentální produkci. Inteligentní řízení energetických toků umožňuje optimální využití dostupných zdrojů, což zvyšuje efektivitu celého systému. Hybridní systém také umožňuje uživateli prodávat přebytečnou energii do elektrické sítě, pokud svítí slunce a má nabitý baterie.

Hybridní systém se vyznačuje flexibilitou připojení, může být současně připojen k elektrické síti (On Grid) a fungovat nezávisle (Off Grid). Tato schopnost umožňuje uživatelům využívat výhody obnovitelných zdrojů energie v oblastech s nejistým přístupem k hlavní elektrické síti. Díky ekonomické efektivitě, udržitelnosti, spolehlivosti a své nejrozšířenější povaze se hybridní FV systém stává perspektivním řešením pro moderní energetické potřeby domácností i podniků.

Obr. 14: Schéma zapojení hybridního systému



Zdroj: (24)

## 4.6 Recyklace fotovoltaických panelů

Životnost FV panelů se odhaduje na 25–30 let. Panelů je stále více, a proto nabývá na významu jejich recyklace. Po skončení jejich životnosti je nutné zajistit jejich recyklaci, protože je nelze vyhodit jen tak do odpadu. Výrobci a dovozci jsou povinni zajistit jejich zpětný odběr a jejich recyklaci. Pokud se jedná např. o fotovoltaiku na domě, musíme ji pouze demontovat a odvést do sběrného dvora. Pro majitele FVE do 30 kWp je zákonem určená možnost odevzdat vysloužilé panely zdarma v nějakém odběrovém místě, což jsou sběrné dvory v obcích a městech. Majitele to nepříjde ani na korunu, recyklaci hradí výrobce zařízení. Ten za každý FV panel hradí recyklační poplatek.

Výrobci a dodavatelé FV panelů se snaží budovat zelený image oboru, a proto byl vytvořen systém PV CYCLE (Obr.15), což je celoevropská aktivita založená na dobrovolné zodpovědnosti za výrobek v průběhu celého životního cyklu.

Obr. 15: Grafické znázornění loga PV Cycle



Zdroj: (25)

Největší podíl na hmotnosti krystalických panelů připadá na sklo (až 60-70 %) a hliníkový rám (přibližně 20 %). U takzvaných tenkovrstvých panelů je podíl skla a hliníku přes 95 %. Zbývající podíl hmotnosti připadá především na plasty. U skla platí, že recyklací lze získat až 95 % skleněného materiálu s čistotou 99,99 %. Pro hliník tato hodnota dosahuje téměř 100 % a opětovné využití hliníku uspoří až 70 % energie nutné pro výrobu nového hliníku z čerstvé suroviny. Kovy se získávají většinou tepelnými procesy. Těžké kovy se vyskytují v malém množství. Podíl jednotlivých kovů na hmotnosti panelů se pohybuje v desetinách promile. Plasty lze recyklovat jen částečně nebo vůbec.

Množství panelů určených k recyklaci v příštích 10. až 20. letech se očekává být nízké. Většinou půjde o panely poškozené v důsledku nehod a přírodních katastrof a odhady se pohybují okolo 1000 tun ročně. S celkovou produkcí odpadů v České republice, která činí 20 miliónů tun ročně to představuje pouze zlomky procenta. Panely z let 2009-2010, kdy vznikali velké FVE z důvodu garantovaných vysokých výkupních cen budou vyřazovány až kolem roku 2040.

Kapacita recyklační linky kolem 20 tisíc tun panelů ročně je ekonomicky rentabilní, ale tato množství lze očekávat až po roce 2040. Do té doby by výstavba specializované recyklační linky byla nerentabilní. Použití univerzálních recyklačních metod nezajišťuje efektivní využití speciálních fotovoltaických materiálů. Z těchto důvodů by bylo rozumné, minimálně do roku 2030, aby se Česká republika připojila k systému PV Cycle a recyklovala panely na existujících linkách v Německu. (26)

#### 4.6.1 Termická recyklace

Tato metoda byla vyvinutá a testovaná firmou Deutche Solar AG, začíná zahřátím FV panelů na teplotu nad 500 °C. Při této teplotě se plastové části odpaří a následně jsou v další komoře řízeně spalovány. Zbývající materiály jsou mechanicky oddělovány. Jsou-li panely nepoškozené, může být použito až 85 % článků pro nové panely. Předtím musí být však chemicky ošetřeny, proto se této metodě říká také termicko-chemická. Díky tomu je možno snížit spotřebu energie na výrobu nových panelů až o 70 %. Tato metoda je použitelná pro všechny panely z krystalických článků. Výtěžnost recyklace různých materiálů nám zobrazuje Tabulka č.1. (26)

Tabulka č.1: Recyklovatelnost jednotlivých materiálů fotovoltaických panelů

<b>materiál</b>	<b>podíl</b>	<b>Výtěžnost recyklace</b>
sklo	67 %	>98 %
hliník	18 %	100 %
plasty	11 %	-
křemík	3 %	85 %
měď	1 %	80 %

Zdroj: (26)

#### 4.6.2 Mechanicko-chemická recyklace

Recyklační proces, známý jako mechanicko-chemická recyklace, integruje dva klíčové postupy – mechanický a chemický. Jeho principy lze srovnat s metodou využívanou při recyklaci LCD televizorů. Prvním krokem je ruční demontáž hliníkového rámu z panelů. Následně probíhá drcení materiálu a třídění podle velikosti částic. Separace jednotlivých složek je dosažena prostřednictvím různých technologických postupů, mezi které patří magnetická separace, elektrodynamická separace a procesy využívající fluidní a mokré splavy. Výsledkem tohoto recyklačního procesu jsou drcené suroviny s vysokým potenciálem pro další průmyslové využití.

Mechanicko-chemická recyklace nachází uplatnění zejména u tenkovrstvých panelů. Tímto způsobem lze získat až 90 % skleněných a 95 % polovodičových materiálů prostřednictvím pečlivě navržených dílčích operací. (27)

## 5 Vlastní práce

### 5.1.1 Porovnání nabídek od různých dodavatelů fotovoltaiky

V této části práce se poptával dodavatel FVE na rodinný dům v Benátkách nad Jizerou, Václava Černého 152. Konkrétně se jedná o jednopatrový dům s plochou střechou, na kterou budou umístěny FV panely. Tyto panely budou umístěny na zátěžové konstrukci, která bude volně položena na střeše a svou vahou nebude nijak ohrožovat statiku domu a své okolí ani při silném větru až do síly orkánu, což garantuje dodavatel. Dům je vytápěn pomocí elektrických odporových kabelů a k ohřevu vody je použit elektrický bojler. Celý dům funguje pouze na elektrickou energii.

Při výběru vhodného dodavatele FVE se kontrolovalo několik parametrů, které jsou uvedeny v Tabulka č.2. Rozhodnutí padlo na společnost Operis DZD-Solar Dražice. Tato společnost využívá systém Solar, který má zastoupení v Dražicích, což je v blízkosti bydliště. Hlavním důvodem pro výběr této společnosti byla její stabilita a dlouholetá tradice na českém trhu. Společnost se vyznačuje kvalitními výrobky a dostatečným kapitálem pro vytvoření nového segmentu zaměřující se na FVE. V případě krachu dodavatelé společnosti Operis přebírá veškeré záruky společnost DZD-Solar Dražice.

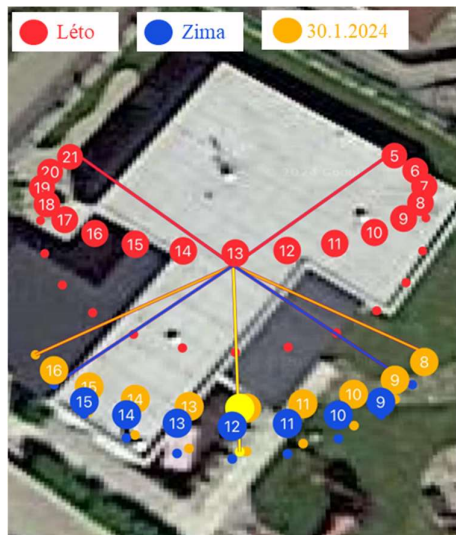
Tabulka č.2: Kontrolované parametry v nabídkách v roce 2024

Společnost	Cena FVE	Ref.site %	Na trhu let	Výkon panelů	Baterie	Vybíjecí proud	Cykly záruka	záruka baterie	Panely	Záruka	Střídač	Záruka střídače	Záruka na práci	Ostatní záruky	WALLbox	Wattrouter TUV
Acetex	288.151	97	2	9,9 kWp	Watsonic 11,52 kWh	25 A	10000	10	Canadian Solar 450 Wp	15	Watsonic 10K-25A-3P	5	2	2	NE	NE
S-power	241.550	96	7	9,9 kWp	AEG AS-BBH1 10 kW	20 A	6000	10	AEG 450 Wp	15	AEG AS-ICH02-2/HV 10 kW	10	5	2	ANO	ANO
Operis DZD-Solar dražice	262.736	0	7	9,96 kWp	Trinity B58M a B58S 11,6 kWh	25 A	6000	10	JOLYW/OOD JW-HT108 415Wp N-Type	25	IN.HYBRID COMPACT 10.0K-D	10	5	5	ANO	ANO
Sefy	245.000	99	7	9,1 kWp	3x HV GS energy Titan – 3,74 kWh + BMS (celkem 11,22 kWh) LiFePo4	30 A	5500	10	Canadian Solar 455 Wp	25	GoodWe GW10K-ET	10	3	2	ANO	NE
Solid Sun	257.000	95	10	9,2 kWp	Pylontech Force H2 10,65 kWh, LiFePo4	18,5	4000	10	Huasun Himalaya 460Wp	15	Solinteg hybridní třífázový MHT-10K-25	10	2	2	NE	NE

Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 16 ukazuje polohu slunce vůči domu v letním a v zimním období. Na střeše domu budou umístěny dva stringy jihovýchodní a západní pro optimální využití sluneční energie během celého roku. Polohu stringů nám ukazuje Obr. 17.

Obr. 16: Poloha slunce léto–zima



Zdroj: (28)

Obr. 17: Návrh umístění panelů



Zdroj: Nabídka firmy Operis, 2024

### 5.1.2 Výpočet návratnosti investice

Výpočet návratnosti investice do FVE je klíčovým faktorem pro rozhodnutí o využití této technologie. V této bakalářské práci jsou náklady na pořízení FVE 262 736 Kč po odečtení dotace 225 000 Kč (viz Příloha č.1). Pro výpočet návratnosti investice je potřeba znát spotřebu domu a aktuální ceník dodavatele elektřiny, kterým je společnost ČEZ (viz Příloha č.2).

Ve výpočtu se nebude spekulovat s rostoucí nebo klesající cenou elektřiny v následujících letech. Bude se počítat s aktuálním ceníkem ELEKTRINA PRO SOLÁRY NA 3 ROKY, v tarifu D57d. Vstupní data spotřeby MWh ve vysokém a nízkém tarifu se berou z vyúčtování roku 2023 a to 10,087 MWh. Ve výpočtech je počítáno s přímou spotřebou elektrické energie 70 %, což je reálné dle České fotovoltaické asociace (29).

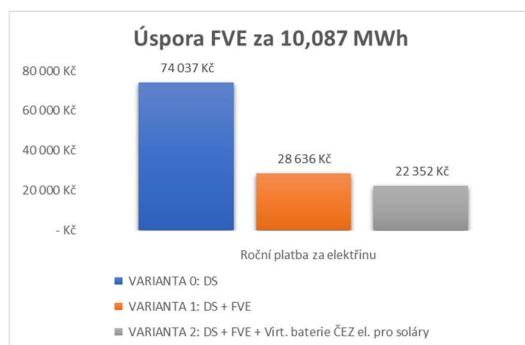
Výpočty v Příloha č.3 ukazují, že pokud by byla zvolena Varianta 0 bez využití FVE, roční platba za elektřinu by dosáhla **74 037 Kč**.

Pro Variantu 1 s využitím FVE, schopnou spotřebovat 70 % vyrobené elektřiny a v zimním období dokupovat 3 MWh z distribuční sítě, roční platba činí **28 636 Kč**.

V případě zvolení Varianty 2 s využitím FVE, která dokáže spotřebovat 70 % vyrobené elektřiny a zbytek si vzít z virtuální baterie, roční platba činí **22 352 Kč**.

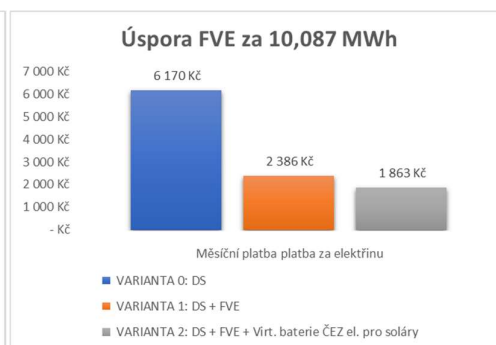
Celkové roční náklady na elektřinu jsou zobrazeny na Grafu č.1 a vývoj měsíčních plateb je prezentován na Grafu č.2. Dobu návratnosti nám ukazuje Tabulka č.3.

Graf č.1. Roční náklady na elektřinu



Zdroj: Vlastní zpracování

Graf č.2. Měsíční náklady na elektřinu



Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č.3: Doba návratnosti FVE

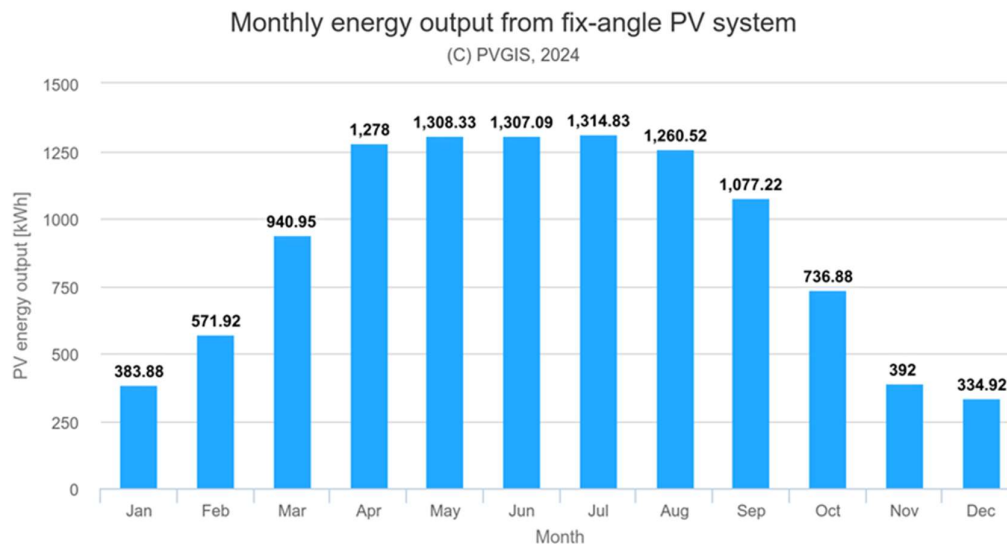
	Cena za 10,087 MWh	Měsíční platba	Úspora oproti Variantě 0	Doba návratnosti
VARIANTA 0: DS	74 037 Kč	6 170 Kč		
VARIANTA 1: DS + FVE	28 636 Kč	2 386 Kč	45 401 Kč	5,88 let
VARIANTA 2: DS + FVE + Virt. baterie ČEZ el. pro soláry	22 352 Kč	1 863 Kč	51 685 Kč	5,16 let

Zdroj: Vlastní zpracování

V dané lokalitě se počítá s ročním ozářením 1 381.61 kWh na m<sup>2</sup>. Celkově tedy s roční výrobou 10 906 kWh i po odečtení ztrát 21 % dle Photovoltaic geographical information systém (30), jak je vidět v Příloha č.4. Měsíční výroba FVE je znázorněna níže na Obr. 18.



Obr. 18: Měsíční výroba FVE



Zdroj: (30)

### 5.1.3 Investice do FVE, nebo investice do akcií

Byl osloven specialista na investice ze společnosti Swiss Life Select, pan František Z., aby poskytl informace na téma spojené s investováním. Investiční částka ve výši 262 736 Kč byla rozhodnuta být investována na období 10 let do akciového fondu společnosti Conseq.

V případě investování částky 262 736 Kč (cena FVE) po dobu 10 let a při předpokládaném ročním výnosu 11 % se investice zhodnotí na výslednou částku 540 216 Kč jak je vidět v Příloha č.5.

Náklady na elektřinu za 10 let bez FVE jsou **740 370 Kč**.

Náklady na elektřinu za 10 let při pořízení FVE **486 256 Kč**.

(cena FVE 262 736 Kč + 10 x 22 352 Kč, tzn. 10 x roční náklady na elektřinu)

Náklady na elektřinu za 10 let při investici 262 736 Kč do akcií jsou **462 890 Kč**.

(740 370 Kč po odečtení zhodnocení investice 540 216 Kč je 200 154 Kč, plus 262 736 Kč, které se na začátku investovali)

V této práci je počítáno s časovým horizontem 10 let. Po 10. letech končí záruční doba na baterie a střídač. Nebude se spekulovat, jak dlouho po záruční době budou tyto spotřebiče fungovat dále. Již v 10. letém horizontu bylo vypočítáno, že se investice do

FVE vrátí a navíc zbude 254 114 Kč, které se mohou do budoucna použít na nový střídač, případně baterie a podobně.

Po zvážení výhod a nevýhod obou možností (investice do akcií a investice do FVE) je finančně nejvýhodnější investovat částku 262 736 Kč na období 10 let do akciového fondu společnosti Conseq. Při předpokládaném ročním výnosu 11 % by se investice zhodnotila na výslednou částku 540 216 Kč. I když jsou náklady na elektřinu za 10 let v tomto případě vyšší (740 370 Kč), vychází investice výhodněji než v případě investice do FVE, kde by náklady na elektřinu činily 486 256 Kč. Jelikož po odečtení zhodnocení investice by výsledná částka zaplacená na energii činila 462 890 Kč. Tuto částku bychom celkově zaplatili za 10 let za spotřebu elektrické energie.

Z finančního hlediska je nevýhodnější investovat do akcií, protože i po odečtení nákladů na elektřinu je výsledná částka zaplacená za energiích nižší než v případě investice do FVE.

Otázkou je, zda se dá spolehnout na zhodnocení 11 % každý rok.

Je třeba dodat, že v případě investice do FVE se sice zaplatí o 23 366 Kč více za 10 let, ale na střeše zůstane zařízení, které může dál vyrábět elektřinu a snížit tak náklady na elektřinu v dalších letech.

#### **5.1.4 Investice do FVE, nebo umoření části hypotéky**

V této části se bakalářské práce zaměří na otázku, zda je výhodnější investovat do FVE, nebo umořit část hypotečního úvěru. Konkrétně se jedná o námi zvolený dům zatížený hypotečním úvěrem ve výši 3 700 000 Kč po dobu 25 let. Pro zodpovězení této otázky byl kontaktován opět specialista na finance pan František Z.

Aktuální úroková sazba pro hypoteční úvěr s fixací na 10 let je v únoru 2024 dle Swiss Life Select 5.94 %. Pokud se počítá s touto úrokovou sazbou po celých 25 let, po kterou bude hypotéka splácena s měsíční splátkou 24 075 Kč, bude celkově zapláceno 7 222 500 Kč.

To znamená, že celkově bude přepláceno za hypoteční úvěr 3 522 500 Kč.

Pokud se rozhodne umořit část hypotečního úvěru v hodnotě 262 736 Kč a splácet zbylou částku hypotečního úvěru ve výši 3 437 264 Kč po dobu 25 let se stejnou

úrokovou sazbou 5.94 %, s měsíční splátkou 22 366 Kč zaplatíme celkově 6 709 800 Kč.

To znamená, že celkově se přeplatí za hypoteční úvěr 3 272 536 Kč.

Celkově tedy bude ušetřeno za 25 let **249 964 Kč**.

Z těchto výpočtů je patrné, že je investice do FVE výhodnější, protože za 10 let uspoří 254 114 Kč, zatímco umořením části hypotečního úvěru uspoří za 25 let 249 964 Kč.

### 5.1.5 Analýza výpočtu emisí CO<sub>2</sub> při výrobě fotovoltaického panelu

V této části práce se budou počítat emise CO<sub>2</sub> pro výrobu zvolených panelů YOLYWOOD JW-HT108 415Wp N-type, kterých bude použito celkem 24 viz Příloha č.1, jedná se tedy o celkový výkon panelů 9,96 kWp.

Ve výpočtu se vychází ze směrnice EU o ekodesignu 2009/125/ES (33), jak je vidět na Obr. 19.

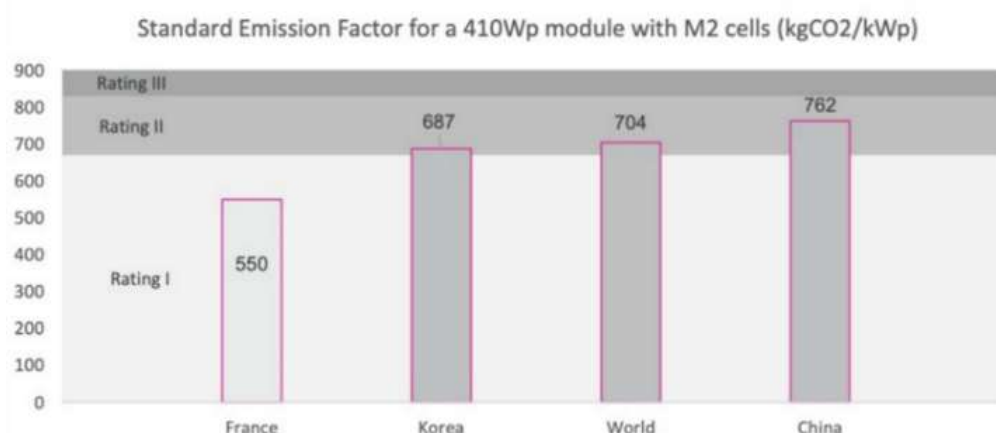
V tomto případě se tedy počítají emise CO<sub>2</sub> jednoho panelu  $0,415 \times 762 = 316,23$  kg.

Celkově tedy pro 24 ks panelů je to  $316,23 \times 24 = 7\ 589,52$  kgCO<sub>2</sub>.

V uhelných elektrárnách je potřeba 820 kg uhlí na 1 MWh vyrobené elektřiny (34).

7 589,52 kgCO<sub>2</sub> odpovídá **9,26 MWh** vyrobené v uhelné elektrárně.

Obr. 19: Standartní emisní faktor pro 410Wp modul daný v kgCO<sub>2</sub>/kWp

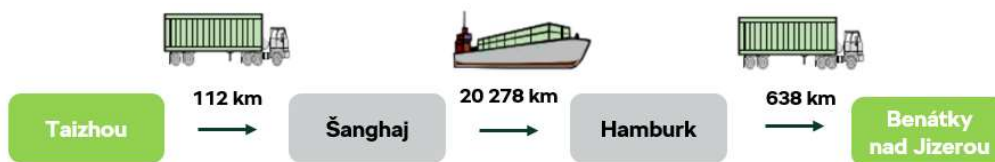


Zdroj: (31)

## 5.1.6 Analýza emisí CO2 při přepravě fotovoltaického panelu z Číny do ČR

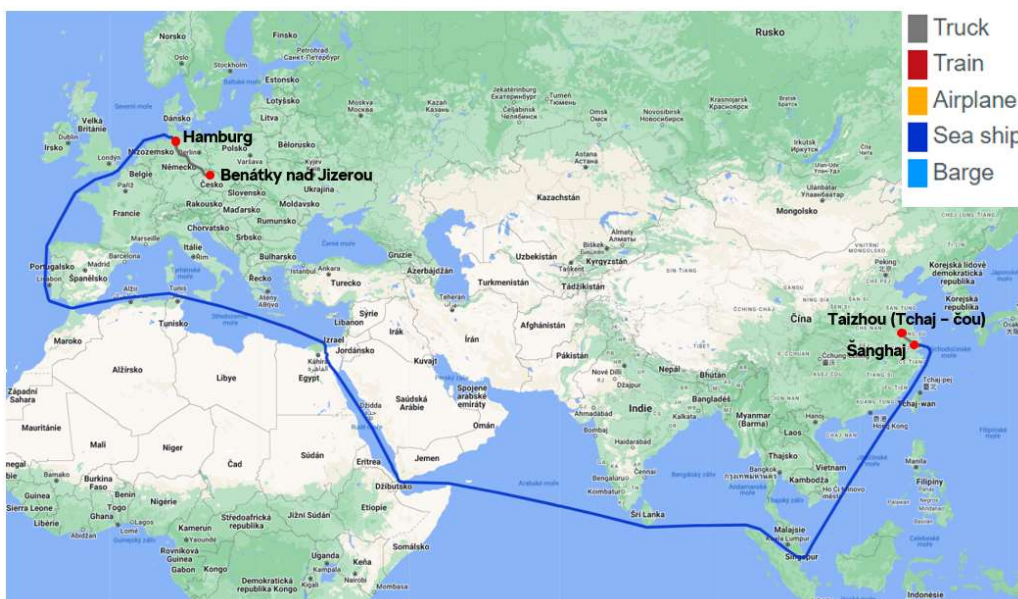
Rozlišují se různé typy dopravy, jako je námořní, letecká a pozemní. Každý z nich má různou uhlíkovou stopu. Při přepravě FV panelů z Číny bude zvolena nákladní kamionová doprava a lodní kontejnerová přeprava. Mezi nejvýznamnější oblasti, kde se vyrábí FV panely patří Šanghaj, Jiangsu, Zhejiang, Shandong, Guangdong. Většina těchto oblastí se nachází do 400 km od Šanghaje. Bude se počítat s tím, že FV panely se budou vyrábět v továrně SUN PRO POWER (21), která se nachází v Taizhou v provincii Zhejiang a do přístavu se budou transportovat na kontejneru nákladní kamionovou dopravou 112 km. Poté se naloží na kontejnerovou loď, která je převeze do přístavu v Hamburku 20 278 km, odkud pojedou kamionem 638 km do Benátek nad Jizerou. Jak je vidět na Obr. 20. Celá trasa je graficky znázorněna na Obr. 21.

Obr. 20: Trasa z Taizhou do Benátek nad Jizerou



Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 21: Trasa z Taizhou do Benátek nad Jizerou



Zdroj: (32)

K transferu se použije standartní kontejner s délkou 12 m (40"), který váží prázdný 3780 kg (22). A bude převážet panely SunPro Power 470 W, které mají rozměr 2094x1038x30 a hmotnost 27,5 kg (23).

Na paletu se vejde 36ks panelů což je 990 kg + paleta. Bude se tedy počítat, že jedna paleta i s panely váží 1000 kg. Do kontejneru se vejde 22 palet, což je 22 000 kg + kontejner 3780 kg což je 25 780 kg.

Trasa je dlouhá 21 028 km. Převáží se náklad o celkové hmotnosti 25 780 kg.

Trasa lodí 20 278 km.

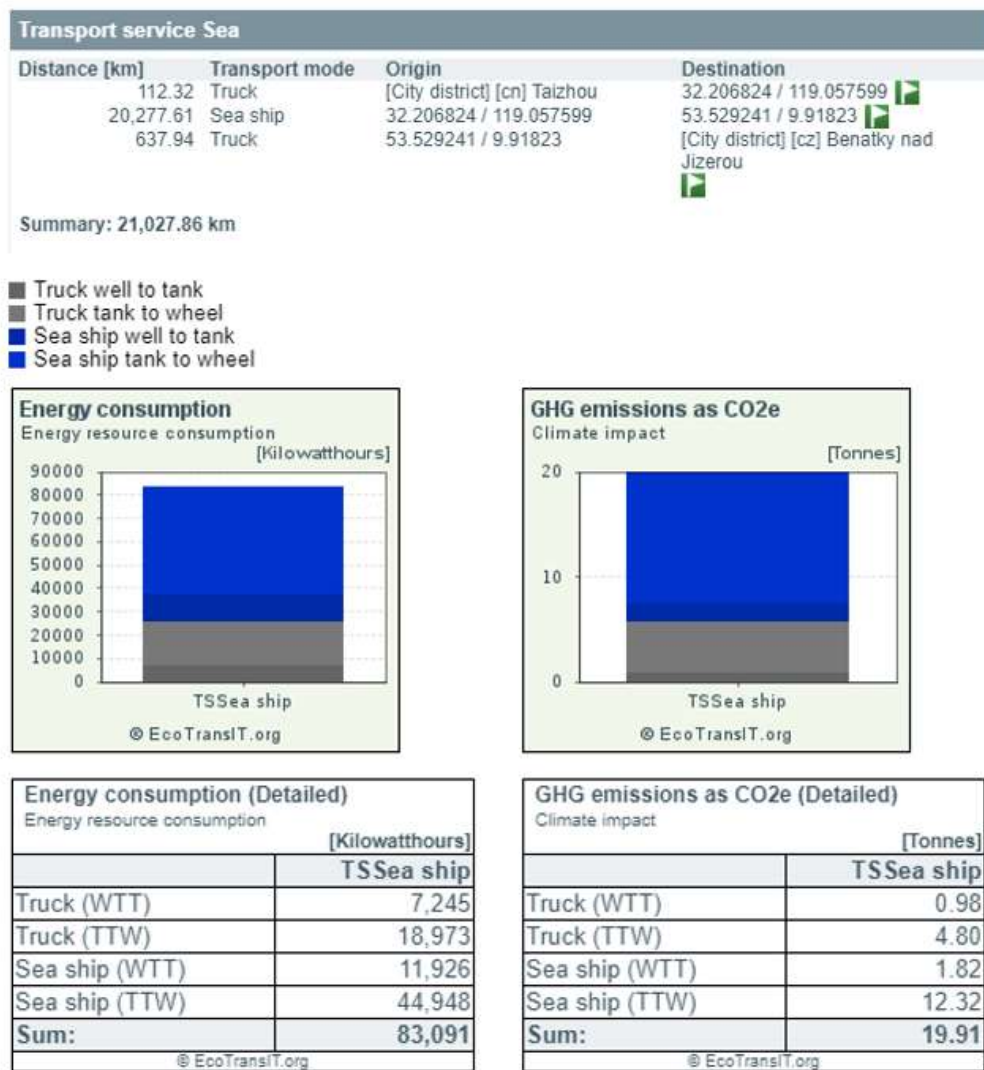
Trasa nákladní kamionovou dopravou 750 km.

Po zadání údajů do EcoTransiIT, vyjde celkové množství CO<sub>2</sub> 19,91 tuny, což je znázorněno na Obr. 22. Toto množství je potřeba na celou trasu kontejneru se 792 ks panelů. 1ks tedy 25,14 kg.

Pro převoz 24 ks panelů je tedy celkové množství CO<sub>2</sub> **603,33 kg**.

Celkové množství energie potřebné pro převoz 24 ks panelů je **2,518 MWh**.

Obr. 22: Množství CO2 potřebné na trasu z Taizhou – Benátky nad Jizerou



Zdroj: (32)

### 5.1.7 Analýza emisí CO2 při recyklaci fotovoltaického panelu

V této části práce bylo osloveno několik společností, které se zabývají recyklací FV panelů včetně ASEKOL Solar s.r.o., ENVIROPOL s.r.o, ČEZ Recyklace, RESolar s.r.o., PURUM KRAFT a.s., DEKONTA, a.s. a další. Žádná z těchto společností nedokázala odpovědět na položenou otázku, a to **kolik energie je potřeba na recyklaci jednoho FV panelu.**

Proto pro výpočet analýzy emisí bude počítáno s energií potřebnou na roztavení skla.

V této práci je počítáno s 24. panely. Každý o hmotnosti 27,5 kg.

Z části práce 4.6.1. se počítá s obsahem skla v tomto panelu 67 % což je 18,425 kg.

Množství skla ve 24. kusech FV panelů je 442,2 kg.

Energetická náročnost výroby plochého skla se pohybuje mezi 9,1 - 10,1 GJ/t utavené skloviny. Pro výpočet se použije průměr 9,55 GJ/t (36). Což je 2 652,78 kWh/t.

Pro výrobu 442,2 kg plochého skla je potřeba přibližně **1 173,52 kWh** energie.

Emisní faktor u plochého skla je v současnosti asi 595 kg CO<sub>2</sub>/t utavené skloviny (36).

Při tavení 442,2 kg skla se vyprodukuje **263,2 kg CO<sub>2</sub>**.

### **5.1.8 Energetická návratnost fotovoltaických panelů**

V práci byla spočítána energetická návratnost neboli EPBT (Energy Payback Time), což je doba, kterou potřebují FV panely k vyprodukování stejného množství energie, které je potřeba k jejich výrobě, dopravě a recyklaci.

K tomuto výpočtu je potřeba znát celkovou energetickou náročnost výroby, dopravy a recyklace pro 24 kusů panelů, což je 12 952 kWh.

Dále je potřeba znát celkovou výrobu elektřiny z FVE o výkonu 9,96 kWp. Ta se pohybuje v dané oblasti kolem 10 906 kWh dle Photovoltaic geographical information systém (30).

Výsledkem je EPBT 1,19 roku. To znamená, že FV panely budou muset vyrábět přibližně 1,19 roku, aby vygenerovaly stejné množství energie, které bylo potřeba k jejich výrobě, dopravě a recyklaci.

### 5.1.9 Porovnání FVE s větrnou elektrárnou

Pro porovnání FVE a větrné elektrárny v této bakalářské práci bude použita stejná lokalita jako pro FVE elektrárnu, tedy Benátky nad Jizerou Václava Černého 152. Pro výpočet návratnosti se použijí data z Ústavu fyziky atmosféry (37). Po zadání údajů o poloze, průměru rotoru 3,05 metru a maximálního výkonu 3500 W pro danou větrnou elektrárnu, vyjde průměrná rychlost větru v dané oblasti 3,17 m/s, což odpovídá roční výrobě 864,4 kWh, jak je uvedeno v Tabulka č.4. Pro výpočet ekonomické návratnosti se použije ceník Elektřina – klesající na 3 roky, který je k dispozici v Příloha č.2. Cena za kWh včetně distribuce je 6,2 Kč. Celková úspora na elektrické energii za rok bude tedy 5 359,28 Kč. Pokud bychom zvolili větrnou elektrárnu HY-3000L 5BLADES 48V v ceně 86 990 Kč, která je znázorněna na Obr. 23, návratnost by byla 16,23 let. Životnost udávaná výrobcem pro tuto větrnou elektrárnu je 15 let, což znamená, že pořízení větrné elektrárny není ekonomicky výhodné. Je třeba poznamenat, že výpočet návratnosti zahrnuje pouze cenu za větrný generátor a nezahrnuje další náklady, jako jsou baterie, montáž nebo cena stožáru, je-li potřeba.

Obr. 23: Znázornění větrné elektrárny HY-3000L



Zdroj: (38)



Tabulka č.4: Průměrná rychlost větru a roční výroba energie

zem. šířka: 50°17'54.496"N      výška nad zemí (střed rotoru): 10 m  
zem. délka: 14°50'17.812"E      průměr rotoru: 3.05 m  
maximální výkon: 3500 W

směr větru [°]	relativní četnost				prům. rychlost [m/s]	parametry Weibull		výroba energie	
	vše	0-4 m/s	4-8 m/s	> 8 m/s		A [m/s]	k	roční [kWh]	relativně
0	9.5%	6.23%	3.23%	0.04%	3.45	3.89	2.34	58.7	6.79%
30	4.1%	3.91%	0.18%	0.00%	1.44	1.52	1.16	5.4	0.63%
60	6.4%	5.68%	0.71%	0.01%	2.24	2.51	1.68	17.1	1.98%
90	18.2%	14.44%	3.76%	0.00%	2.97	3.35	2.55	61.0	7.05%
120	16.0%	11.04%	4.94%	0.02%	3.33	3.75	2.48	80.4	9.30%
150	5.0%	4.27%	0.73%	0.00%	2.60	2.93	2.12	13.8	1.59%
180	3.1%	3.06%	0.04%	0.00%	1.41	1.58	1.61	1.0	0.11%
210	3.6%	2.90%	0.68%	0.02%	2.65	2.96	1.63	20.4	2.36%
240	8.9%	5.11%	3.57%	0.22%	3.82	4.31	2.11	93.0	10.75%
270	9.8%	5.15%	3.65%	0.99%	4.29	4.79	1.62	312.3	36.13%
300	6.5%	4.02%	2.05%	0.43%	3.70	4.10	1.49	163.2	18.89%
330	8.8%	6.21%	2.59%	0.00%	3.32	3.72	2.81	38.2	4.41%
<b>celkem</b>	<b>100%</b>	<b>72.03%</b>	<b>26.12%</b>	<b>1.75%</b>	<b>3.17</b>	<b>3.56</b>	<b>1.80</b>	<b>864.4</b>	<b>100%</b>

Zdroj: (37)

Průměrná rychlost větru v České republice ve výšce 10 m nad zemským povrchem se pohybuje v rozmezí 3-3,5 m/s. (37).

Pro srovnání se bude porovnávat výkon dvou různých typů obnovitelných zdrojů energie. A to FVE s výkonem 10 900 kWh za rok s cenou 262 736 Kč a větrná elektrárna s výkonem 864,4 kWh za rok s cenou 86 990 Kč.

FVE vyrobí za rok 10 906 kWh a stojí 262 736 Kč.

Větrná elektrárna vyrobí za rok 864,4 kWh a stojí 86 990 Kč.

Pro dosažení stejného výkonu jako z FVE by bylo potřeba přibližně 13 větrných elektráren tohoto typu a celkově by byla cena 1 130 870 Kč. Jedná se o přibližně 4,5 x větší investici.

## 6 Závěr a doporučení

Investice do FVE se ukazuje jako výhodná, i když investice do akciového trhu může přinést lepší finanční výsledky. Je však důležité brát v potaz, že na akciovém trhu existuje riziko a výnos není nikde zaručený. V této bakalářské práci se pracuje s desetiletým horizontem, po kterém končí záruční doba na baterie a střídač napětí. Je možné, že baterie a střídač budou fungovat déle než deset let a nebude nutné je měnit. Po uplynutí tohoto horizontu budou stále na střeše FV panely a zařízení, které vyrábí elektrickou energii, což činí domácnost většinu roku soběstačnou.

V práci je počítáno s cenou za silovou elektřinu okolo 5 Kč/kWh, dle ceníku společnosti ČEZ. V případě, že v dohledné době klesne cena na polovinu tzn. 2,50 Kč/kWh návratnost nebude již okolo 5.-6. let, ale bude na hranici 10. let.

V situaci, kdy by došlo k dlouhodobému výpadku elektrického proudu, by domácnosti s FVE byli schopni fungovat nezávisle. Elektrickou energií by se muselo v zimních měsících šetřit, ale stále by se mohlo vařit, prát a používat běžné elektrospotřebiče v domácnosti. Na rozdíl od těch, kdo nemají FVE, by se mohlo normálně fungovat.

Je také důležité zdůraznit, že domácnosti, které využívají plyn, si v případě dlouhodobého výpadku elektřiny nezatopí a ani nebudou mít možnost se vykoupat. Plynový kotel je závislý na elektrické energii a bez ní fungovat nebude.

Nesmí se zapomínat na ekologii, kterou FVE přináší. Snížení závislosti na fosilních palivech a produkce čisté energie jsou důležité kroky směrem k udržitelnější budoucnosti. Tím, že se přechází na obnovitelné zdroje energie, se snižují emise skleníkových plynů a celkově se zlepšuje kvalita životního prostředí. Z tohoto pohledu je investice do FVE nejen ekonomicky a prakticky výhodná, ale i prospěšná pro životní prostředí a budoucí generace. Tato technologie je také šetrná k vodním zdrojům, neboť pro výrobu elektřiny nepotřebuje vodu, která je v tradičních elektrárnách nezbytná pro chlazení.

Díky pokroku v oblasti FV technologií se snižují náklady na výrobu FV panelů a zvyšuje se jejich účinnost. Tento trend činí FVE cenově dostupnějšími a atraktivnějšími pro širokou veřejnost. Investice do FVE se tak stává ekonomicky

životaschopnou volbou nejen pro velké energetické společnosti, ale i pro jednotlivé domácnosti a podniky. Tento pokrok v oblasti FV technologií posiluje důležitost fotovoltaiky jako klíčového pilíře budoucí energetické infrastruktury.

V neposlední řadě, FVE přispívají k energetické soběstačnosti a odolnosti proti výkyvům v cenách a dostupnosti tradičních paliv. Domácnosti a podniky s vlastními FV systémy mají možnost nejen snížit své energetické náklady a závislost na dodavatelích, ale také se stát aktivními producenty čisté energie. Tímto způsobem mohou přispět k celkové stabilitě energetického systému a zvýšení bezpečnosti dodávek elektřiny.

Další výhodou FVE je jejich dlouhá životnost a minimální potřeba údržby. FV panely mají obvykle záruku na výkon po dobu 25 let, což znamená, že i po uplynutí této doby stále produkují elektřinu, a to i delší dobu. Navíc nevyžadují složitou údržbu; periodické čištění a kontrola jsou obvykle postačující. Tato dlouhá životnost a nízké provozní náklady přispívají k dlouhodobé finanční výhodnosti investice do FVE.

Nakonec je třeba zdůraznit i rostoucí trend směrem k udržitelnému životnímu stylu a environmentální odpovědnosti. Stále více lidí a firem si uvědomuje důležitost snižování své uhlíkové stopy a přechodu na čistší zdroje energie. Instalace FVE je tak nejen ekonomickým rozhodnutím, ale také morálním krokem směrem k ochraně životního prostředí a budování udržitelnější budoucnosti pro všechny.

Z porovnání FVE a větrné elektrárny na lokalitě Benátky nad Jizerou Václava Černého 152 lze vyvodit, že výroba elektřiny pomocí FVE je ekonomicky výhodnější než výroba elektřiny pomocí větrné elektrárny. Zatímco návratnost investice do FVE je v řádu několika let, pořízení větrné elektrárny není ekonomicky výhodné ani při životnosti, kterou udává výrobce a to 15 let. Na většině území ČR to bude podobné, větrná elektrárna dává smysl pouze v horských oblastech.

## 7 Přehled literatury

- (1) HASELHUHN R., 2011: Fotovoltaika: Budovy jako zdroj proudu. HEL, Ostrava. 176 s. ISBN 978-80-86167-33-6
- (2) MURTINGER K., BERANOVSKÝ J., TOMEŠ M., 2009: Fotovoltaika: Elektrická energie ze slunce. EkoWATT, Praha. 93 s. ISBN 978-80-87333-01-3.
- (3) MURTINGER K., TRUXA J., 2005: Solární energie pro váš dům. ERA, Brno. 91 s. ISBN 80-7366-029-6
- (4) HENZE A., HILLEBRAND W., 2000: Elektrický proud ze slunce: fotovoltaika v praxi: technika, přehled trhu, návody ke stavbě. HEL, Ostrava. 136 s. ISBN 80-86167-12-7.
- (5) MURTINGER K., BERANOVSKÝ J., TOMEŠ M., 2007: Fotovoltaika: elektřina ze slunce. ERA, Brno. ISBN 978-80-7366-100-7.
- (6) NOVÁK J., 1999: Úspory energie v rodinných domech a bytech. GRADA Publishing, Praha. 131 s. ISBN 80-7169-283-2
- (7) HASELHUHN R., MAULE P., 2017: Fotovoltaické systémy: energetická příručka: pro elektrikáře, techniky, instalatéry, projektanty, architekty, inženýry, energetiky, manažery, stavitele, studenty, učitele, ostatní odborné a profesní soukromé nebo veřejné instituce a zájemce o fotovoltaický obor a energetickou nezávislost. Česká fotovoltaická asociace, Plzeň. ISBN 978-80-906281-5-1.
- (8) Simopt s.r.o. – vzdělávací portál ČEZ: Fotovoltaické články a panely. (cit.2023.12.19). Dostupné online z <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/obnovitelne-zdroje-energie/slunecni-elektrarny-podrobne/fotovoltaicke-clanky-a-panely/vyklad>
- (9) Zhejiang Dongshuo Nový Energie Co, Ltd: (cit.2023.12.19). Dostupné online z <https://cz.dnsolar.com/solar-cells/p-type/166mm-monocrystalline-perc-solar-cell.html>
- (10) Code Creator, s.r.o: Konstrukce a výroba fotovoltaických článků a panelů (cit.2023.12.19). Dostupné online z <https://publi.cz/books/91/03.html>

- (11) VOJÁČEK A. 2008: Konstrukce a struktura ohebných solárních článků PowerFilm SOLAR (cit.2023.12.19). Dostupné online z <https://automatizace.hw.cz/velmi-pruzne-a-ohebne-solarni-panely-powerfilm-solar>
- (12) Prvky.com: Výskyt prvků v zemské kůře. (cit.2023.12.20). Dostupné online z <http://www.prvky.com/zemska-kura.html>
- (13) FCC PUBLIC s. r. o.: Konstrukce a výroba fotovoltaických článků a panelů. (cit.2023.12.20). Dostupné online z <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/40646.pdf>
- (14) PCTuning.cz & Grunex: Od písku k procesoru – výroba křemíkového waferu – Kapitola 5. (cit.2023.12.22). Dostupné online z <https://pctuning.cz/article/od-pisku-k-procesoru-vyroba-kremikoveho-waferu?chapter=5#article-header>
- (15) POULEK V., LIBRA M., 2010: Konstrukce a výroba fotovoltaických článků a panelů. (cit.2023.12.22). Dostupné online z <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/konstrukce-a-vyroba-fotovoltaickych-clanku-a-panelu--10310>
- (16) Fujitsu: How to Create a CPU. (cit.2023.12.22) Dostupné online z <https://www.fujitsu.com/vn/en/about/businesspolicy/tech/k/whatis/processor/cpu.html#top>
- (17) Lena: Strom aus photovoltaikanlagen zur eigenversorgung – str. 18. (cit.2024.01.04) Dostupné online z [https://lena.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Sonstige\\_Webprojekte/Lena/Dokumente/FB\\_Wirtschaft/Leitfaden\\_PV\\_\\_\\_Speicher/solar-2018-web.pdf](https://lena.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Sonstige_Webprojekte/Lena/Dokumente/FB_Wirtschaft/Leitfaden_PV___Speicher/solar-2018-web.pdf)
- (18) Battery import: Victron Energy Solární panel 270 W/20 V, polykrystalický. (cit.2024.01.04) Dostupné online z <https://www.battery-import.cz/solarni-panely/victron-solarni-panel-270w-20v--polykrystalicky/>
- (19) Solární experti s.r.o.: Solární elektrárna o výkonu 2,7 kwp na klíč. (cit.2024.01.04) Dostupné online z <https://www.solarniexperti.cz/solarni-systemy/fotovoltaika/fotovoltaicka-elektrarna-fve-o-vykonu-26-kwp-na-klic/>
- (20) REICHL J., 2007: Exkurze 2010 Cern. (cit.2024.01.05) Dostupné online z [http://www.jreichl.com/fyzika/exkurze/2010\\_cern/obrazky/ctvrtek/img00039.htm](http://www.jreichl.com/fyzika/exkurze/2010_cern/obrazky/ctvrtek/img00039.htm)

- (21) Sunpro Power Co.,Ltd: Kontakt Us. (cit.2024.01.07) Dostupné online z <https://www.sunpropoweronline.com/contact-us>
- (22) CS CARGO Holding a.s.: Typy přepravních kontejnerů. (cit.2024.01.07) Dostupné online z <https://www.cscargo.cz/cs/dostupne-typy-kontejneru/>
- (23) Eshopelektronika.cz: Kontejner fotovoltaických panelů SunPro Power 470 W HJT bifaciální sklo-sklo, mono, half cut, stříbrný rám. (cit.2024.01.07) Dostupné online z <https://www.eshopelektronika.cz/kontejner-fotovoltaickych-panelu-sunpro-power-470w-hjt-bifacialni-sklo-sklo-mono-half-cut-stribrny-ram>
- (24) DJS Architecture s.r.o.: Fotovoltaika pro rodinný dům – výhody a nevýhody, návratnost. (cit.2024.01.10) Dostupné online z <https://www.djsarchitecture.cz/fotovoltaika-pro-rodinny-dum>
- (25) PV CYCLE ORG: About us. (cit.2024.01.17) Dostupné online z <https://pvcycle.org/about-pv-cycle/>
- (26) Topinfo s.r.o.: Recyklace fotovoltaických panelů na konci životnosti. (cit.2024.01.17) Dostupné online z <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/7868-recyklace-fotovoltaickych-panelu-na-konci-zivotnosti>
- (27) Elekřina.cz: Recyklace solárních panelů. Hrozí nám ekologická katastrofa? (cit.2024.01.17) Dostupné online z <https://www.elekřina.cz/recyklace-solarnich-panelu>
- (28) on and path. (cit.2024.01.31) Dostupné online z <https://apps.apple.com/us/app/sun-position-and-path/id1502500167>
- (29) Česká fotovoltaická asociace: Zvyšování spotřeby vlastní elektřiny z fotovoltaické elektrárny. (cit.2024.01.23) Dostupné online z <https://www.cefas.cz/ostatni/zvysovani-spotreby-vlastni-elekřiny-z-fotovoltaicke-elektrarny.html>
- (30) European commission: Photovoltaic geographical information system. (cit.2024.02.05) Dostupné online z [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html)
- (31) ScienceDirect: Assessing the carbon footprint of photovoltaic modules through the EU Ecodesign Directive. (cit.2024.02.12) Dostupné online z <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X23002219>

- (32) EcoTransIT: Emission calculator for greenhouse gases and exhaust emissions. (cit.2024.02.12) Dostupné online z <https://www.ecotransit.org/en/emissioncalculator/>
- (33) European Union: Směrnice - 2009/125 - EN – EUR-Lex. (cit.2024.02.13) Dostupné online z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=celex:32009L0125>
- (34) Ekologický institut VERONICA: Jaké emise CO<sub>2</sub> připadají na vyrobenou jednotku elektřiny dle typu elektrárny? (cit.2024.02.13) Dostupné online z <https://www.veronica.cz/otazky?i=514>
- (35) Solar fórum: Výpočet návratnosti FVE? (cit.2024.02.14) Dostupné online z <https://solarforum.cz/viewtopic.php?t=1240>
- (36) Asociace sklářského a keramického průmyslu ČR: Recyklace skla. (cit.2024.02.19) Dostupné online z <https://askpcr.cz/o-skle/recyklace-skla>
- (37) Ústav fyziky atmosféry AV ČR: Mapa všeobecných větrných podmínek či výroby energie malou větrnou elektrárnou ve výšce 10 m nad povrchem. Po kliknutí do mapy či zadání souřadnic se zobrazí podrobná informace o podmínkách ve vybraném bodě. (cit.2024.02.14) Dostupné online z <http://vitr.ufa.cas.cz/male-vte/>
- (38) Solar-elektro: Větrná turbína HY-3000L 5BLADES 48 V. (cit.2024.02.20) Dostupné online z <https://www.solar-elektro.cz/hy-3000l--5blades-220v-/>
- (39) ČEZ Distribuce, a.s.: Ceník elektřiny pro domácnosti. (cit.2024.03.05) Dostupné online z [https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2024/moo/moo\\_ee\\_pro\\_solary\\_01\\_2024\\_cez.pdf](https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2024/moo/moo_ee_pro_solary_01_2024_cez.pdf)
- (40) ČEZ Distribuce, a.s.: Ceník elektřiny pro domácnosti. (cit.2024.03.05) Dostupné online z [https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2024/moo/moo\\_ee\\_na\\_3\\_roky\\_klesajici\\_01\\_2024\\_cez.pdf](https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2024/moo/moo_ee_na_3_roky_klesajici_01_2024_cez.pdf)

## 8 Seznam obrázků

Obr. 1:	Princip práce FV článku generujícího stejnosměrný elektrický proud .....	6
Obr. 2:	Znázornění prvků fotovoltaické elektrárny .....	7
Obr. 3:	Detailní záběr monokrystalického fotovoltaického článku .....	8
Obr. 4:	Detailní záběr polykrystalického fotovoltaického článku .....	9
Obr. 5:	Detailní záběr amorfního fotovoltaického článku .....	10
Obr. 6:	Složení zemské kůry .....	11
Obr. 7:	Testování hrudek čistého křemíku Jiaying (Čína) .....	13
Obr. 8:	Průřez tažičky monokrystalů .....	14
Obr. 9:	Monokrystal křemíku .....	14
Obr. 10:	Zjednodušené znázornění postupu výroby křemíkové destičky .....	14
Obr. 11:	Odlitý polykrystalický křemík .....	15
Obr. 12:	Schéma zapojení On Grid systému .....	16
Obr. 13:	Schéma zapojení Off Grid systému .....	17
Obr. 14:	Schéma zapojení hybridního systému .....	18
Obr. 15:	Grafické znázornění loga PV Cycle .....	19
Obr. 16:	Poloha slunce léto–zima .....	23
Obr. 17:	Návrh umístění panelů .....	23
Obr. 18:	Měsíční výroba FVE .....	25
Obr. 19:	Standartní emisní faktor pro 410Wp modul daný v kgCO <sub>2</sub> /kWp .....	27
Obr. 20:	Trasa z Taizhou do Benátek nad Jizerou .....	28
Obr. 21:	Trasa z Taizhou do Benátek nad Jizerou .....	28
Obr. 22:	Množství CO <sub>2</sub> potřebné na trasu z Taizhou – Benátky nad Jizerou .....	30
Obr. 23:	Znázornění větrné elektrárny HY-3000L .....	32

## 9 Seznam tabulek

Tabulka č.1:	Recyklovatelnost jednotlivých materiálů fotovoltaických panelů .....	20
Tabulka č.2:	Kontrolované parametry v nabídkách v roce 2024 .....	22
Tabulka č.3:	Doba návratnosti FVE .....	24
Tabulka č.4:	Průměrná rychlost větru a roční výroba energie .....	33



## **10 Seznam grafů**

Graf č.1. Roční náklady na elektřinu .....	24
Graf č.2. Měsíční náklady na elektřinu.....	24

## **11 Seznam rovnic**

Rovnice č.1: Převod křemíku na trichlórorgan. ....	12
Rovnice č.2: Destilace trichlórorganu na čistý křemík .....	12

## **12 Seznam příloh**

Příloha č.1: Nabídka od společnosti Operis	
Příloha č.2: ČEZ – Ceník elektřiny	
Příloha č.3: Výpočet návratnosti FVE	
Příloha č.4: Roční výroba elektrické energie	
Příloha č.5: Návrh investičního programu Conseq	

## Příloha č.1: Nabídka od společnosti Operis



### POUŽITÉ TECHNOLOGIE

Používáme pouze značkové, osvědčené a kvalitní technologie, které zajistí nízké provozní náklady.

### TECHNICKÁ SPECIFIKACE NABÍDKY

položka	záruka měs.	počet kusů
Panel JOLYWOOD JW-HT108 415Wp N-Type	300	24
Střídač In.Hybrid Compact 10.0 D + 2x baterie Dražice Trinity B58	120	1
konstrukční materiál pod panely rovná střecha	60	24
Wattrouter ECO komplet	36	1
materiál elektro (kabely, rozvaděče)	60	1
Výkonové optimalizéry TIGO 700W	300	4
montáž a doprava, zprovoznění	60	1
projektová dokumentace, revize	0	1
administrace NZÚ a distribuce	0	1
Wallbox Dražice Galaxy Compact 11K S	24	1
Montáž a zprovoznění wallboxu	60	1

### CENA FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

<b>Celková cena FVE bez DPH</b>	<b>424.118,- Kč</b>
<b>DPH 15%</b>	<b>63.618,- Kč</b>
<b>Cena celkem s DPH</b>	<b>487.736,- Kč</b>
<b>Dotace NZÚ</b>	<b>225.000,- Kč</b>
<b>Celková investice hrazená zákazníkem po odečtení dotace z NZÚ</b>	<b>262.736,- Kč</b>

Naše cena obsahuje:

- Návrh systému, kompletní projektovou dokumentaci
- Kompletní technologie pro provoz fotovoltaického systému
- Instalaci systému ve sjednaném rozsahu, administrativní služby, vyřízení dotace, povolení DS
- Úprava – doplnění elektroměrného místa dle přípojovacích podmínek distribuce
- Pojištění pro škody způsobené třetím osobám, pojištění během instalace
- Vypracování výchozí revize
- Zaškolení obsluhy, plná uživatelská podpora
- Konzultační servis
- Projektovou dokumentaci pro potřeby NZÚ

Cena neobsahuje:

- Zřízení nového OM (odběrné místo) náklady na posílení kapacity OM, poplatky DS (distribuční spol.) poplatky, kolký apod., pokud to není dohodou již v ceně zahrnuto
- Statické posouzení budov a střešních konstrukcí (u RD nejsou obvykle třeba)
- Posouzení a výpočet rizika podle ČSN EN 62035-2 Ochrana před bleskem, ani navržení a realizace ochrany před bleskem v místě plnění
- Vyřízení nestandardních administrativních úkonů jako památkový úřad, stavební úřad, statika, požární ochrana apod.
- Výkopové práce při dopojení FVE do nového OM

## Příloha č.2: ČEZ – Ceník elektřiny



### Ceník elektřiny pro domácnosti

#### Elektřina pro soláry

Obchodní sazba	Standard		Akumulace II		Elektromobilita		Akumulace IB		Přímotop	Teplná čerpadla	Elektrická topení	Vikend
	D09d	D02d	D25d	D26d	D27d	D35d	D45d	D66d				
<b>OBCHODNÍ ČÁST CENY</b>												
Cena za dodávku												
1	Vysoký tarif	Kč/MWh	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)
2	Nízký tarif	Kč/MWh	–	–	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)	4 521,77 (3 737,00)
3	Stálá platba	Kč/měsíc	423,50 (350,00)	423,50 (350,00)	423,50 (350,00)	423,50 (350,00)	423,50 (350,00)	423,50 (350,00)	423,50 (350,00)	423,50 (350,00)	423,50 (350,00)	423,50 (350,00)
<b>DISTRIBUČNÍ ČÁST CENY</b>												
Cena za distribuci												
4	Vysoký tarif	Kč/MWh	3 148,06 (2 601,70)	2 438,95 (2 015,69)	2 607,76 (2 155,17)	1 376,99 (1 138,01)	2 607,76 (2 155,17)	784,83 (648,62)	784,83 (648,62)	784,83 (648,62)	784,83 (648,62)	2 631,27 (2 101,05)
5	Nízký tarif	Kč/MWh	–	–	530,09 (438,09)	530,09 (438,09)	530,09 (438,09)	530,09 (438,09)	530,09 (438,09)	530,09 (438,09)	530,09 (438,09)	530,09 (438,09)
Stálá platba za rezervovaný příkon podle jističe												
6	do 3× 10 A a do 3× 15 A včetně	Kč/měsíc	43,56 (36,00)	89,22 (82,00)	95,59 (79,00)	140,36 (116,00)	80,75 (75,00)	165,77 (137,00)	188,76 (156,00)	188,76 (156,00)	188,76 (156,00)	79,88 (66,00)
7	nad 3× 10 A do 3× 16 A včetně	Kč/měsíc	70,98 (58,00)	158,51 (131,00)	152,46 (126,00)	225,06 (188,00)	145,20 (120,00)	264,99 (219,00)	302,50 (250,00)	302,50 (250,00)	302,50 (250,00)	127,05 (105,00)
8	nad 3× 16 A do 3× 20 A včetně	Kč/měsíc	88,33 (73,00)	198,44 (164,00)	191,18 (158,00)	280,72 (232,00)	181,50 (150,00)	331,54 (274,00)	378,73 (313,00)	378,73 (313,00)	378,73 (313,00)	158,51 (131,00)
9	nad 3× 20 A do 3× 25 A včetně	Kč/měsíc	110,11 (91,00)	248,05 (205,00)	238,37 (197,00)	350,90 (290,00)	227,49 (188,00)	413,82 (342,00)	473,11 (391,00)	473,11 (391,00)	473,11 (391,00)	198,44 (164,00)
10	nad 3× 25 A do 3× 32 A včetně	Kč/měsíc	140,36 (116,00)	317,02 (262,00)	304,92 (252,00)	450,32 (372,00)	290,40 (240,00)	529,98 (438,00)	605,00 (500,00)	605,00 (500,00)	605,00 (500,00)	254,30 (210,00)
11	nad 3× 32 A do 3× 40 A včetně	Kč/měsíc	175,45 (145,00)	396,88 (328,00)	382,36 (316,00)	561,44 (464,00)	363,00 (300,00)	601,67 (512,00)	756,25 (625,00)	756,25 (625,00)	778,03 (643,00)	316,23 (263,00)
12	nad 3× 40 A do 3× 50 A včetně	Kč/měsíc	220,22 (180,00)	496,10 (400,00)	477,95 (395,00)	703,01 (581,00)	453,75 (375,00)	627,64 (524,00)	846,22 (702,00)	846,22 (702,00)	1 167,65 (965,00)	388,09 (320,00)
13	nad 3× 50 A do 3× 63 A včetně	Kč/měsíc	270,09 (229,00)	624,36 (516,00)	601,37 (497,00)	884,51 (731,00)	572,33 (473,00)	1 043,02 (862,00)	1 191,85 (985,00)	1 191,85 (985,00)	1 714,57 (1 417,00)	500,94 (414,00)
14	nad 3× 63 A do 3× 80 A včetně	Kč/měsíc	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2 839,87 (2 347,00)
15	nad 3× 80 A do 3× 100 A včetně	Kč/měsíc	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5 240,51 (4 331,00)
16	nad 3× 100 A do 3× 125 A včetně	Kč/měsíc	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9 891,75 (8 175,00)
17	nad 3× 125 A do 3× 160 A včetně	Kč/měsíc	–	–	–	–	–	–	–	–	–	21 587,61 (17 840,00)
18	nad 3× 160 A za každý 1 A	Kč/měsíc	–	–	–	–	–	–	–	–	–	134,93 (111,50)
19	nad 3× 63 A za každý 1 A	Kč/měsíc	4,39 (3,63)	9,91 (8,30)	9,55 (7,89)	14,05 (11,80)	9,08 (7,50)	16,55 (13,88)	18,91 (15,83)	18,91 (15,83)	–	7,95 (6,57)
20	nad 1× 25 A za každý 1 A	Kč/měsíc	1,46 (1,21)	3,30 (2,72)	3,18 (2,63)	4,88 (3,87)	3,03 (2,50)	5,52 (4,56)	6,30 (5,28)	6,30 (5,28)	44,98 (37,00)	2,65 (2,00)
Ostatní poplatky												
21	Daň z elektřiny	Kč/MWh	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)
22	Cena za systémové služby	Kč/MWh	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)
23	Činnost OTE	Kč/měsíc	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)
Podpora výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů (POZE)												
24	Podle jističe	Kč/A/roční nář	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)
25	Podle spotřeby	Kč/MWh	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)
<b>CELKOVÁ CENA</b>												
Celková jednotková cena včetně daní z elektřiny a systémových služeb												
26	Vysoký tarif (šablóny 1 + 4 + 21 + 22)	Kč/MWh	7 961,56 (6 579,82)	7 252,47 (5 993,78)	7 421,28 (6 133,29)	6 890,52 (5 116,13)	7 421,28 (6 133,29)	5 598,36 (4 626,74)	5 598,36 (4 626,74)	5 598,36 (4 626,74)	5 598,36 (4 626,74)	8 444,80 (6 970,77)
27	Nízký tarif (šablóny 2 + 5 + 21 + 22)	Kč/MWh	–	–	5 343,61 (4 416,21)	5 343,61 (4 416,21)	5 343,61 (4 416,21)	5 343,61 (4 416,21)	5 343,61 (4 416,21)	5 343,61 (4 416,21)	5 343,61 (4 416,21)	5 343,61 (4 416,21)
28	Poplatky nezávislé na množství	Kč/měsíc	řádek 3 + řádek 6 až 20 podle jističe + řádek 23									
Poplatek za podporu výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů (POZE)												
29	Podle jističe	Kč/měsíc	řádek 24 + hodnota jističe (A) × počet nář									
30	Podle spotřeby	Kč/MWh	598,95 (495,00)									
<b>VÝPOČET CELKOVÉ ROČNÍ PLATBY</b>												
roční spotřeba v MWh ve vysokém tarifu × řádek 26 + roční spotřeba v MWh v nízkém tarifu × řádek 27 + 12 měsíců × řádek 28 + nižší výlesek z výpočtu POZE, podle jističe 12 měsíců × řádek 29, nebo podle spotřeby spotřeba v MWh ve vysokém a nízkém tarifu × řádek 30												

Tužně uvedené ceny jsou s 21% DPH. Distribuční část ceny a ostatní poplatky jsou určovány Energetickým regulačním úřadem. Chyby tisku jsou vyloučeny.

Zdroj: [www.cez.cz](http://www.cez.cz) (39)



## Ceník elektřiny pro domácnosti

### Elektřina – klesající na 3 roky

Obchodní sazba	Distribuční sazba	Standard		Akumulace 8		Elektromobilita	Akumulace 16		Přímotop	Tepelné čerpadlo	Elektrická topení	Víkend
		D01d	D02d	D25d	D26d	D27d	D35d	D45d	D56d	D57d	D61d	
<b>OBCHODNÍ ČÁST CENY</b>												
Cena za dodávku												
1	Vysoký tarif	Kč/MWh	4 827,90 (3 890,00)	4 827,90 (3 890,00)	4 948,90 (4 090,00)	4 948,90 (4 090,00)	4 948,90 (4 090,00)	5 130,40 (4 240,00)	5 130,40 (4 240,00)	5 130,40 (4 240,00)	5 130,40 (4 240,00)	4 948,90 (4 090,00)
2	Nízký tarif	Kč/MWh	—	—	4 767,40 (3 940,00)	4 767,40 (3 940,00)	4 767,40 (3 940,00)	4 948,90 (4 090,00)	4 948,90 (4 090,00)	4 948,90 (4 090,00)	4 948,90 (4 090,00)	4 706,90 (3 890,00)
3	Stálá platba	Kč/měsíc	154,88 (128,00)	154,88 (128,00)	154,88 (128,00)	154,88 (128,00)	154,88 (128,00)	154,88 (128,00)	154,88 (128,00)	154,88 (128,00)	154,88 (128,00)	154,88 (128,00)
<b>DISTRIBUČNÍ ČÁST CENY</b>												
Cena za distribuci												
4	Vysoký tarif	Kč/MWh	3 148,06 (2 601,70)	2 438,95 (2 076,00)	2 607,76 (2 155,17)	1 376,99 (1 138,01)	2 607,76 (2 155,17)	784,83 (648,62)	784,83 (648,62)	784,83 (648,62)	784,83 (648,62)	3 631,27 (3 001,00)
5	Nízký tarif	Kč/MWh	—	—	530,09 (438,09)	530,09 (438,09)	530,09 (438,09)	530,09 (438,09)	530,09 (438,09)	530,09 (438,09)	530,09 (438,09)	530,09 (438,09)
Stálá platba za rezervovaný výkon podle jističe												
6	do 3×10 A a do 1×25 A včetně	Kč/měsíc	43,56 (36,00)	99,22 (82,00)	95,59 (79,00)	140,36 (116,00)	90,75 (75,00)	165,77 (137,00)	188,76 (156,00)	188,76 (156,00)	188,76 (156,00)	79,86 (66,00)
7	nad 3×10 A do 3×16 A včetně	Kč/měsíc	70,18 (58,00)	158,51 (131,00)	152,46 (126,00)	225,06 (186,00)	145,20 (120,00)	264,99 (219,00)	302,50 (250,00)	302,50 (250,00)	302,50 (250,00)	127,05 (105,00)
8	nad 3×16 A do 3×20 A včetně	Kč/měsíc	88,33 (73,00)	198,44 (164,00)	191,18 (158,00)	280,72 (232,00)	181,50 (150,00)	331,54 (274,00)	378,73 (313,00)	378,73 (313,00)	378,73 (313,00)	158,51 (131,00)
9	nad 3×20 A do 3×25 A včetně	Kč/měsíc	110,11 (91,00)	248,05 (205,00)	238,37 (197,00)	350,90 (290,00)	227,48 (188,00)	413,82 (342,00)	473,11 (391,00)	473,11 (391,00)	473,11 (391,00)	198,44 (164,00)
10	nad 3×25 A do 3×32 A včetně	Kč/měsíc	140,36 (116,00)	317,02 (262,00)	304,92 (252,00)	450,12 (372,00)	290,40 (240,00)	529,98 (438,00)	605,00 (500,00)	605,00 (500,00)	605,00 (500,00)	254,10 (210,00)
11	nad 3×32 A do 3×40 A včetně	Kč/měsíc	175,45 (145,00)	396,88 (328,00)	382,36 (316,00)	561,44 (464,00)	363,00 (300,00)	661,87 (547,00)	756,25 (625,00)	756,25 (625,00)	756,25 (625,00)	318,23 (263,00)
12	nad 3×40 A do 3×50 A včetně	Kč/měsíc	220,22 (182,00)	456,30 (410,00)	477,95 (395,00)	703,01 (581,00)	453,75 (375,00)	827,64 (684,00)	946,22 (782,00)	946,22 (782,00)	946,22 (782,00)	398,09 (329,00)
13	nad 3×50 A do 3×63 A včetně	Kč/měsíc	277,09 (229,00)	624,36 (536,00)	601,37 (497,00)	884,51 (731,00)	572,33 (473,00)	1 043,02 (862,00)	1 191,85 (985,00)	1 191,85 (985,00)	1 191,85 (985,00)	500,94 (414,00)
14	nad 3×63 A do 3×80 A včetně	Kč/měsíc	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 839,87 (2 347,00)
15	nad 3×80 A do 3×100 A včetně	Kč/měsíc	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5 240,51 (4 331,00)
16	nad 3×100 A do 3×125 A včetně	Kč/měsíc	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9 891,75 (8 179,00)
17	nad 3×125 A do 3×160 A včetně	Kč/měsíc	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21 587,61 (17 841,00)
18	nad 3×160 A za každý 1 A	Kč/měsíc	—	—	—	—	—	—	—	—	—	134,93 (110,50)
19	nad 3×63 A za každý 1 A	Kč/měsíc	4,39 (3,63)	9,91 (8,19)	9,55 (7,89)	14,05 (11,63)	9,08 (7,50)	16,55 (13,88)	19,91 (16,53)	19,91 (16,53)	19,91 (16,53)	7,95 (6,57)
20	nad 1×25 A za každý 1 A	Kč/měsíc	1,46 (1,21)	3,30 (2,73)	3,18 (2,63)	4,68 (3,87)	3,03 (2,50)	5,52 (4,56)	6,30 (5,21)	6,30 (5,21)	6,30 (5,21)	44,98 (37,00)
<b>Ostatní poplatky</b>												
21	Daň z elektřiny	Kč/MWh	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)	34,24 (28,30)
22	Cena za systémové služby	Kč/MWh	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)	257,51 (212,82)
23	Činnost DTE	Kč/měsíc	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)	5,01 (4,14)
Podpora výkonu elektřiny z obnovitelných zdrojů (POZE)												
24	Podle jističe	Kč/A.počet fází	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)	102,49 (84,70)
25	Podle spotřeby	Kč/MWh	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)	598,95 (495,00)
<b>CELKOVÁ CENA</b>												
Celková jednotková cena včetně daní z elektřiny a systémových služeb												
26	Vysoký tarif (řádky 1 + 4 + 21 + 22)	Kč/MWh	8 267,71 (6 832,82)	7 558,60 (6 246,78)	7 848,41 (6 486,29)	6 617,65 (5 469,13)	7 848,41 (6 486,29)	6 206,99 (5 129,74)	6 206,99 (5 129,74)	6 206,99 (5 129,74)	6 206,99 (5 129,74)	8 671,93 (7 330,17)
27	Nízký tarif (řádky 2 + 3 + 21 + 22)	Kč/MWh	—	—	5 589,24 (4 619,21)	5 589,24 (4 619,21)	5 589,24 (4 619,21)	5 770,74 (4 769,21)	5 770,74 (4 769,21)	5 770,74 (4 769,21)	5 770,74 (4 769,21)	5 528,74 (4 569,21)
28	Poplatky nezávislé na množství	Kč/měsíc	řádek 3 + řádek 6 až 20 podle jističe + řádek 23									
Poplatek za podporu výkonu elektřiny z obnovitelných zdrojů (POZE)												
29	Podle jističe	Kč/měsíc	řádek 24 + hodnota jističe (A) × počet fází									
30	Podle spotřeby	Kč/MWh	598,95 (495,00)									
<b>VÝPOČET CELKOVÉ ROČNÍ Pлаты</b>												
roční spotřeba v MWh ve vysokém tarifu × řádek 26 + roční spotřeba v MWh v nízkém tarifu × řádek 27 + 12 měsíců × řádek 28 + nižší výsledek z výpočtů POZE, podle jističe: 12 měsíců × řádek 29, nebo podle spotřeby: spotřeba v MWh ve vysokém a nízkém tarifu × řádek 30												

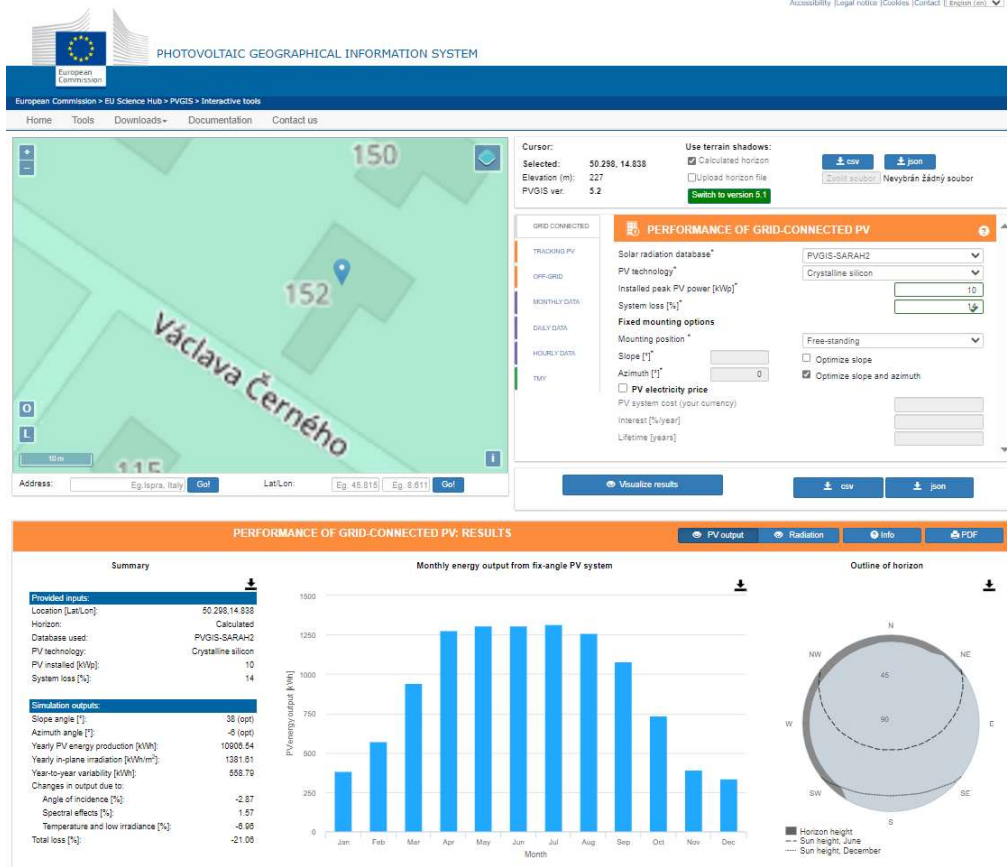
Tučně uvedené ceny jsou s 21% DPH a v závorce bez DPH.  
Ceny uvedené v řádcích 4 až 25 jsou účinné od 1. 1. 2024, pokud dojde ke změně těchto cen, budou od účinnosti změny účtovány aktuální ceny za distribuční část ceny. Platné cenové rozhodnutí jsou dostupná na [www.cez.cz](http://www.cez.cz). Chyby tisku jsou vyhrazeny.

### Příloha č.3: Výpočet návratnosti FVE

VARIANTA 0: DS					
		Množství	Ceniková cena	Vypočteno	Popis položky
Začla bez FVE	INPUT: Nakoupeno z DS MWh VT	1,392	5 130,40 Kč	7 141,52 Kč	Cena za silovou energii, kterou jsem musel dokoupit ze sítě.
ČEZ ceník, distribuce ČEZ B. Klesající na 3 roky	INPUT: Nakoupeno z DS MWh NT	8,695	4 948,90 Kč	43 030,69 Kč	Cena za silovou energii, kterou jsem musel dokoupit ze sítě.
Sazba DS7d		1,392	784,83 Kč	1 092,48 Kč	Cena za distribuci ve VT, dle počtu MWh
Jistič 3x32A		8,695	530,09 Kč	4 609,13 Kč	Cena za distribuci v NT, dle počtu MWh
		12	154,88 Kč	1 858,56 Kč	Stálá platba za produkt, 12 měsíců
		12	605,00 Kč	7 260,00 Kč	Platba za jistič 12 měsíců, dle velikosti jističe
		10,087	34,24 Kč	345,38 Kč	Daň z elektřiny, dle počtu MWh
		10,087	257,51 Kč	2 597,50 Kč	Systémové služby, dle počtu MWh
		12	5,01 Kč	60,12 Kč	Činnost OTE, 12 měsíců
		10,087	598,95 Kč	6 041,61 Kč	Podpora OZE, dle počtu MWh
				<b>10,087</b>	Suma energie MWh
				<b>74 036,99 Kč</b>	Celkem platba za rok
VARIANTA 1: DS + FVE					
		Množství	Ceniková cena	Vypočteno	Popis položky
FVE 10kW hybrid s baterií (cca 70% přímá spotřeba a 10MWh roční potenciál)	INPUT: Pokryto z FVE ve VT	0,9744	0,00 Kč	0,00 Kč	Elektrina pokrytá přímo z FVE
ČEZ ceník, distribuce ČEZ B. Klesající na 3 roky	INPUT: Pokryto z FVE v NT	6,0865	0,00 Kč	0,00 Kč	Elektrina pokrytá přímo z FVE
Sazba DS7d	Dokoupeno z DS MWh VT	0,4176	5 130,40 Kč	2 142,46 Kč	Cena za silovou energii, kterou jsem už musel dokoupit ze sítě.
Jistič 3x32A	Dokoupeno z DS MWh NT	2,6265	4 948,90 Kč	12 909,21 Kč	Cena za silovou energii, kterou jsem už musel dokoupit ze sítě.
		0,4176	784,83 Kč	327,75 Kč	Cena za distribuci ve VT, dle počtu MWh
		2,6265	530,09 Kč	1 382,74 Kč	Cena za distribuci v NT, dle počtu MWh
		12	154,88 Kč	1 858,56 Kč	Stálá platba za produkt, 12 měsíců
		12	605,00 Kč	7 260,00 Kč	Platba za jistič 12 měsíců, dle velikosti jističe
		3,0261	34,24 Kč	103,61 Kč	Daň z elektřiny, dle počtu MWh
		3,0261	257,51 Kč	779,25 Kč	Systémové služby, dle počtu MWh
		12	5,01 Kč	60,12 Kč	Činnost OTE, 12 měsíců
		3,0261	598,95 Kč	1 812,48 Kč	Podpora OZE, dle počtu MWh
				<b>10,087</b>	Suma energie MWh
				<b>28 636,17 Kč</b>	Celkem platba za rok
				<b>45 400,82 Kč</b>	Úspora oproti Variantě 0
VARIANTA 2: DS + FVE + Virtuální baterie ČEZ elektrina pro soláry					
		Množství	Ceniková cena	Vypočteno	Popis položky
FVE 10kW hybrid s baterií (cca 70% přímá spotřeba a 10MWh roční potenciál)	INPUT: Pokryto z VB ve VT	0,3	0,00 Kč	0,00 Kč	Elektrina uložena do VB a odebrána ve VT
Daň z FVE Elektrina pro soláry 2024, smlouva na 3 roky	INPUT: Pokryto z VB v NT	1,5	0,00 Kč	0,00 Kč	Elektrina uložena do VB a odebrána ve NT
Sazba DS7d	Pokryto z FVE ve VT	0,9744	0,00 Kč	0,00 Kč	Elektrina pokrytá přímo z FVE
Jistič 3x32A	Pokryto z FVE v NT	6,0865	0,00 Kč	0,00 Kč	Elektrina pokrytá přímo z FVE
	Dokoupeno z DS MWh VT	0,1176	4 521,77 Kč	531,76 Kč	Cena za silovou energii, kterou jsem už musel dokoupit ze sítě.
	Dokoupeno z DS MWh NT	1,1085	4 521,77 Kč	5 012,38 Kč	Cena za silovou energii, kterou jsem už musel dokoupit ze sítě.
		0,4176	784,83 Kč	327,75 Kč	Cena za distribuci ve VT, dle počtu MWh z DS + MWh z VB
		2,6265	530,09 Kč	1 382,74 Kč	Cena za distribuci v NT, dle počtu MWh z DS + MWh z VB
		12	423,50 Kč	5 082,00 Kč	Stálá platba za produkt, 12 měsíců
		12	605,00 Kč	7 260,00 Kč	Platba za jistič 12 měsíců, dle velikosti jističe
		3,0261	34,24 Kč	103,61 Kč	Daň z elektřiny, dle počtu MWh
		3,0261	257,51 Kč	779,25 Kč	Systémové služby, dle počtu MWh
		12	5,01 Kč	60,12 Kč	Činnost OTE, 12 měsíců
		3,0261	598,95 Kč	1 812,48 Kč	Podpora OZE, dle počtu MWh
				<b>10,087</b>	Suma energie MWh
				<b>22 352,09 Kč</b>	Celkem platba za rok
				<b>51 684,89 Kč</b>	Úspora oproti Variantě 0
Množství					
	INPUT: Výše investice	262 736 Kč			
	INPUT: Náklady na pozruční servis	0 Kč			
	Revize	4 000 Kč			
	CALCULATED: Roční úspora Varianta 1	45 401 Kč		<b>5,88</b>	Roků
	CALCULATED: Roční úspora Varianta 2	51 685 Kč		<b>5,16</b>	Roků

Zdroj: Ondřej Bajer (solarforum.cz) (35)

## Příloha č.4: Roční výroba elektrické energie



Zdroj: [European commission](#) (30)

**Příloha č.5: Návrh investičního programu Conseq.**



**Rekapitulace návrhu investičního programu Classic Invest**



Jméno klienta: RSDr. Tomáš Němec Datum narození: 20.05.1986  
 Název programu: Dlouhodobý průměr Datum návrhu: 05.02.2024  
 Investiční konzultant: František Zmatlík Společnost: Swisslife-Select

Délka programu (v letech): 10

**Pravidelné investice - trvalý pokyn k nákupu**

- hrubá pravidelná částka k investování	---
- plánovaná doba (počet let)	---
- časový interval plateb	---
- ctilová částka	---
- hodnota na konci *	---
- vstupní poplatek	---
- varianta	---
- výše	---
- průměrná procentní sazba	---

- investováno celkem 0 Kč

Název	ISIN	typ	částka
			- Kč
			- Kč
			- Kč
			- Kč
			- Kč
			- Kč
			- Kč
			- Kč
			- Kč
			- Kč

**Jednorázové investice**

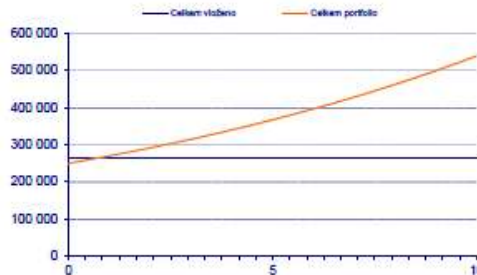
- počet jednorázových vkladů	1
- plánované jednorázové vklady	262 736 Kč
- hodnota na konci *	540 216 Kč
- vstupní poplatek	
- výše	12 511 Kč
- procentní sazba (průměr)	5,00%

Název	ISIN	typ	částka
BNP Paribas Disruptive Technology (EUR)	LU0823421689	akciový	262 736,00 Kč
			- Kč
			- Kč
			- Kč
			- Kč
			- Kč
			- Kč
			- Kč
			- Kč
			- Kč

**Investice celkem (jednorázové + pravidelné)**

- plánované vklady celkem	262 736 Kč
- hodnota na konci *	540 216 Kč

- předpokládané roční zhodnocení \*
  - akciové fondy 8,00%
  - dluhopisové fondy 2,00%
  - fondy peněžního trhu 1,00%



\* UPOZORNĚNÍ: Předpokládané či odhadované výnosy plynoucí z investice do Podílových listů nejsou zaručené a není zaručena ani návratnost vložených prostředků. Informace poskytl Český investiční manažer a.s. Obchodní zástupcem a nebo investičním poradcem o minulé výkonnosti nebo odhadované budoucí výkonnosti Fondů či Podílových listů může být pouze pro informaci a nejsou zárukou jakéhokoli budoucího výnosu. Tržní hodnota jednotlivých Podílových listů nakoupěných investičním manažerem do Portfolia stejně jako Tržní hodnota Portfolia jako celku může v čase jak růst, tak i klesat.