

ANALÝZA A POSOUZENÍ NÁVRATNOSTI FVE V AREÁLU TRAMVAJÍ PORUBA



5. 6. 2024

OBSAH

1. Úvod	2
2. Popis lokality.....	4
2.1 Poloha lokality.....	4
2.2 Energetický potenciál lokality.....	4
3. Technické řešení a výpočet výroby	6
3.1 Metodika.....	6
3.2 Základní parametry FVE	6
4. Ekonomická analýza	12
4.1 Základní varianta – financování pouze z vlastních zdrojů.....	13
4.2 Alternativní varianta – částečné pokrytí vstupních nákladů z dotace	14
5. Seznam zkratk	17
6. Seznam tabulek, grafů a obrázků	18
7. Přílohy	19

1. ÚVOD

Tato studie navazuje na projekt „Posouzení návratnosti investic na výstavbu fotovoltaických elektráren v areálech Dopravního podniku Ostrava“, jenž byl realizován v roce 2022 a v rámci kterého bylo analyzováno celkem 7 potenciálně vhodných lokalit. V rámci projektu byly sestaveny technickoekonomické modely kalkuluující výhodnost fotovoltaických řešení, a to s ohledem na tehdejší provozní potřeby Dopravního podniku Ostrava a.s. (dále také „DPO“).

Studie z roku 2022 vyhodnotila jako nejvhodnější k realizaci fotovoltaickou elektrárnu (dále také „FVE“) instalovanou v Areálu tramvaje Poruba, která vykázala nejvýhodnější ekonomické parametry a nejrychlejší návratnost investice. Cílem této studie je validace a zpřesnění informací uvedeném v předchozím projektu, a to s ohledem na současné provozní potřeby areálu, ceny elektrické energie, ceny komponent FVE i technologický pokrok.

Zpracování této analýzy v daném rozsahu je pouze prvním krokem k realizaci investičního záměru.

Její ambicí není nahrazení projektové dokumentace ve smyslu statického či energetického posouzení stavby. Toto posouzení bude následovat pouze v případě, že navrhované řešení bude vycházet jako realizovatelné a výhodné po technické i ekonomické stránce. I přes toto omezení je v analýze obsažena řada klíčových informací, které jsou důležité pro odpovědné rozhodnutí ohledně realizace daného investičního záměru i jeho následného rozpracování do vyšší úrovně detailu. Stěžejním **výstupem v tomto ohledu je rámcový návrh řešení včetně vyhodnocení očekávaných ekonomických nákladů a přínosů.**

V rámci této lokality je uvažováno osazení plochy o velikosti 2 541 m² fotovoltaickými panely. Plné využití této plochy, respektující níže uvedená omezení, umožňuje při jednotkovém výkonu panelu 550 Wp dosáhnout celkového výkonu až 354,8 kWp, a vyrobit tak přibližně 472,8 MWh elektrické energie ročně. Z provedené analýzy plyne, že instalace FVE o tomto výkonu, který je zároveň výkonem maximálním, umožňuje dosáhnout nejvyšších ekonomických benefitů po celou dobu životnosti, kalkulované na 25 let. Toto řešení umožní **snížit odběr elektrické energie z distribuční sítě o 468 MWh ročně**, a dosáhnout tak roční čisté úspory **1 138 tis. Kč** v současných cenách. Návratnost investice pak dosahuje za jinak nezměněných okolností zhruba 7,8 let, nicméně v době zpracování studie lze čerpat až 30% dotaci na výstavbu FVE. V takovém případě by se návratnost zkrátila na 4 roky a 10 měsíců od uvedení elektrárny do provozu.

U tohoto areálu není doporučeno ukládat nespotřebovanou elektrickou energii do bateriového systému, kdy dodatečné náklady na jeho zřízení by převážily nad zvýšením soběstačnosti. Případné nespotřebované přetoky (vzhledem k vysoké míře spotřeby se předpokládají pouze v měsíci červenci, a to v objemu necelých 5 MWh), je možné uvažovat o jeho dodávkách do městské energetické komunity, což může dále zvýšit výnosy z vedlejší hospodářské činnosti podniku a urychlit návratnost investovaných prostředků. Systém energetických společenství, který je legislativně povolen od 1. 1. 2024, umožňuje sdílet elektrickou energii za vyšší cenu, než za jakou by byl vykupován do distribuční sítě.

V následující tabulce je uvedeno shrnutí hlavních technických a ekonomických parametrů výpočtového modelu uvažované fotovoltaické elektrárny. Úpravu těchto parametrů (např. spotřeby, ceny odebírané elektrické energie, spolufinancování apod.) je možné provést v modelu (soubor formátu XLSX), který tvoří nedílnou přílohu této studie.

Tabulka 1 Shrnutí očekávaných technických a ekonomických parametrů FVE

Technický parametr	Hodnota	Ekonomický parametr	Hodnota bez dotace	Hodnota se 30% dotací
Instalovaný výkon FVE (kWp)	354,8 kWp	Celkové vstupní investiční náklady	9 110 000 Kč	6 377 000 Kč
Velikost baterie (kWh)	Bez baterie	Roční úspora	1 682 098 Kč	
Roční přetoky (kWh)	4 926 kWh	Roční čistá úspora	1 137 698 Kč	1 247 018 Kč
Roční odběr (kWh)	3 275 146 kWh	Návratnost investice	7,8 let	4,8 let
Roční úspora na odběru (kWh)	467 892 kWh	Čistá současná hodnota investice	7 974 139 Kč	10 707 139 Kč
Průměrná roční soběstačnost (%)	12,5 %	Vnitřní výnosové procento investice	18,2 %	29,4 %

Zdroj: vlastní zpracování

2. POPIS LOKALITY

V rámci této kapitoly je stručně popsáno **umístění lokality a popis území** z hlediska podmínek pro očekávané využití obnovitelných zdrojů.

2.1 Poloha lokality

Pro instalaci FVE je uvažována travnatá plocha v Areálu tramvaje Poruba na adrese U Vozovny 1115/3, 708 00 Ostrava-Poruba (parcela č. 1708/1 v katastrálním území Poruba-sever), nacházející se na severozápadě areálu v sousedství kolejových rozvětvení. K osazení fotovoltaickými panely bude využito přibližně 2 541 m².

Obrázek 1 Uvažovaná plocha pro instalaci FVE v areálu tramvají Poruba



Zdroj: DPO, 2022, Český úřad zeměměřický a katastrální (letecká mapa).

2.2 Energetický potenciál lokality

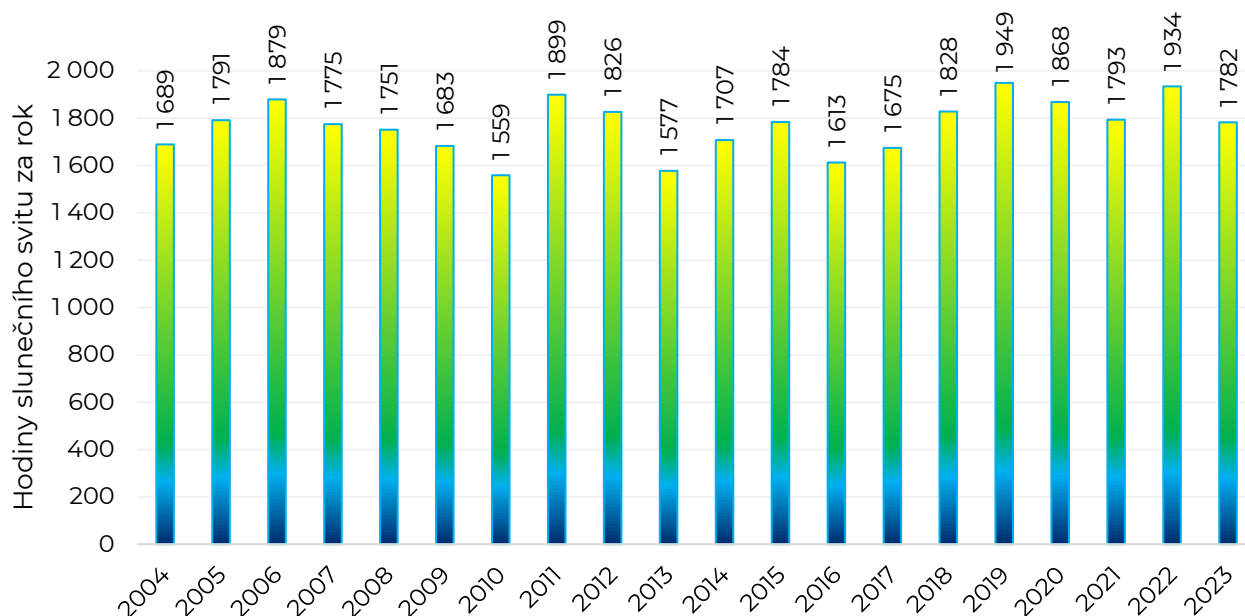
Důležitým parametrem k posouzení vhodnosti instalace fotovoltaických elektráren (dále také „FVE“) v místě je délka slunečního svitu a orientace objektů uvažovaných k osazení. Dlouhodobý průměrný počet hodin slunečního svitu v České republice se pohybuje kolem 1 600 hodin slunečního svitu za rok.

Údaje naměřené na nejbližší meteorologické stanici Ostrava-Poruba vykazují v porovnání s celostátním průměrem **nadprůměrné hodnoty**, kdy v období 2004–2023 bylo zaznamenáno průměrně 1 768,1 hodin, v období 2014–2023 pak dokonce 1 793,3 hodin slunečního svitu za rok. Z uvedeného údaje je zřejmé, že **z hlediska potenciálu pro výrobu elektrické energie ze slunečního záření prostřednictvím fotovoltaických elektráren (dále také „FVE“) jsou na sledovaném území výborné podmínky.**

Ačkoliv je výše uvedené hodnoty možné brát jako významný energetický potenciál místa, nelze je automaticky korelačně vztahovat k výnosům z instalovaných FVE. Je však klíčové, v jakou roční

a denní dobu se tyto hodiny slunečního svitu udály a jakým směrem budou jednotlivé solární panely orientovány, a to ve vztahu k těmto hodinám slunečního svitu.

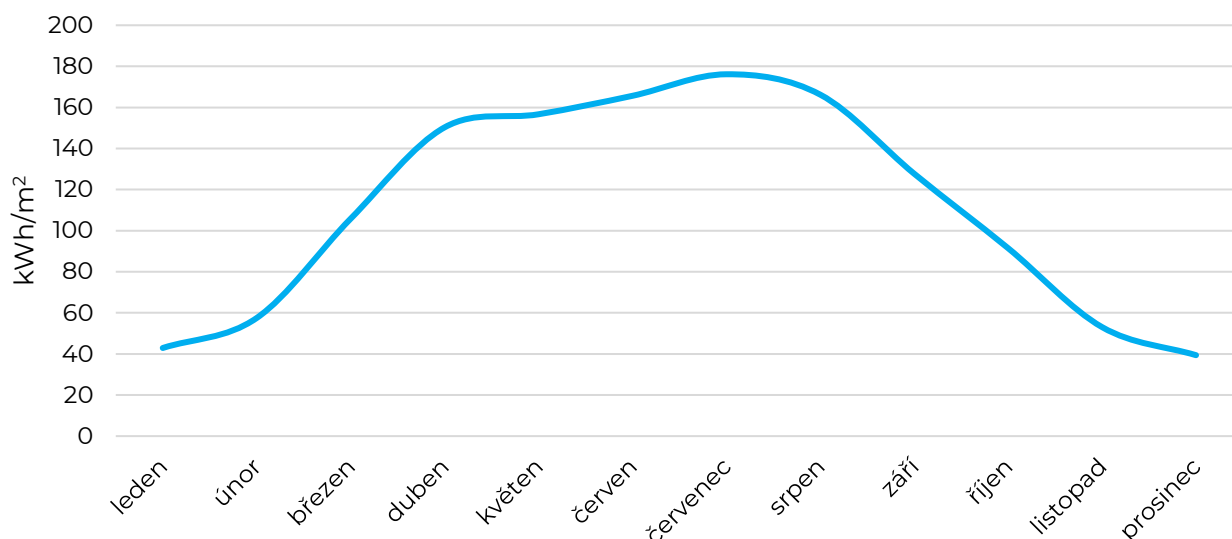
Graf 1 Průměrný počet hodin ročního slunečního svitu v lokalitě, 2004–2023



Zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování

Následující graf znázorňuje data za měsíční osvit, resp. energetický potenciál v kWh/m². Data jsou platná pro danou lokalitu, tj. pro zeměpisné souřadnice 49,836° severní zeměpisné šířky a 18,189° východní zeměpisné délky. Roční součet těchto hodnot leží na úrovni 1 332,8 kWh/m². Z níže uvedených hodnot zpracovatel vycházel při kalkulaci potenciálu FVE v předmětném areálu.

Graf 2 Energetický potenciál lokality pro FVE



Zdroj: Photovoltaic Geographical Information System

3. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ A VÝPOČET VÝROBY

V rámci této kapitoly je představena metodika, na jejímž základě docházelo k výpočtu energetických a dále i ekonomických výnosů uvažovaných variant, jsou uvedeny základní parametry uvažované fotovoltaické elektrárny. Na základě provedených výpočtů je definována optimální varianta, která je dále analyzována ve větším detailu, a to i směrem k technickému provedení. Varianty vychází z konzultací s věcně odpovědnými osobami na straně Zadavatele, které byly realizovány po celou dobu projektu.

3.1 Metodika

Na následujících stranách je instalace uvažované fotovoltaické elektrárny podrobena detailní analýze, a to z hlediska **identifikace technického řešení** (s ohledem na určení velikosti FVE, určení velikosti bateriového úložiště apod.), **které by mělo přinášet nejvyšší ekonomické benefity**.

Výrobní potenciál fotovoltaických řešení je kalkulován na základě elektronického nástroje **Photovoltaic Geographical Information System**¹, který je schopen na základě zadaných parametrů (zeměpisné šířky a délky, orientace (azimutu), sklonu solárních panelů a jejich výkonu) **vypočítat energetický potenciál dané lokality**, který zohledňuje sklon slunečních paprsků, průměrnou oblačnost apod. Přestože tento výpočetní nástroj nezohledňuje sněhovou pokrývku solárních panelů, která se s ohledem na stav počasí může udržet na solárních panelech, způsobená odchylka není příliš významná, neboť v zimních měsících obecně panují horší podmínky pro výrobu elektrické energie a solární panely disponují jistými specifickými vlastnostmi, které napomáhají k rychlejšímu odtávání sněhu. V obecné rovině mají solární panely mírně vyšší teplotu než okolní prostředí, a tudíž z nich odtává sníh z panelů rychleji. Díky uvažovanému sklonu (30–40°) mohou zbytky sněhu snadněji stéci na zem. Přesto není vyloučeno, že v případech dlouhotrvajících mrazů bude v zimních měsících z důvodu sněhové pokrývky snižovat reálnou výrobní kapacitu solárních panelů. V takovém případě je vhodné panely ometat. **V rámci provozních nákladů jsou započítány i případné náklady na toto čištění.**

Optimální velikost fotovoltaické elektrárny byla určena na základě provedené simulace v systému **SolarEdge Designer**², jenž zohledňuje velikost uvažované plochy, případné překážky bránící instalaci, stínění, osvit, orientaci či sklon panelů.

Za účelem stanovení technického řešení FVE jsou dále posuzovány možnosti zapojení bateriového systému pro akumulaci vyrobené elektrické energie. Pro stanovenou velikost instalace jsou uvedeny **4 varianty, srovnávající variantu bez akumulace s vytvořeným bateriovým úložištěm**. Bateriové úložiště je v tomto kontextu dimenzováno o kapacitě, která je **ekvivalentem půlnásobku, jednonásobku a dvojnásobku skutečného instalovaného výkonu**, což jsou běžné velikosti bateriových systémů.

3.2 Základní parametry FVE

Na následujícím obrázku je zobrazena travnatá plocha uvažovaná k osazení fotovoltaickými panely. Dle informací Zadavatele se od doby zpracování předchozí studie v roce 2022 nezměnil reliéf terénu ani velikost uvažované plochy. Jisté omezení i nadále představují sloupy trakčního vedení, k nimž musí být z bezpečnostních a manipulačních důvodů zachován přístup.

¹ https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

² <https://designer.solaredge.com/>

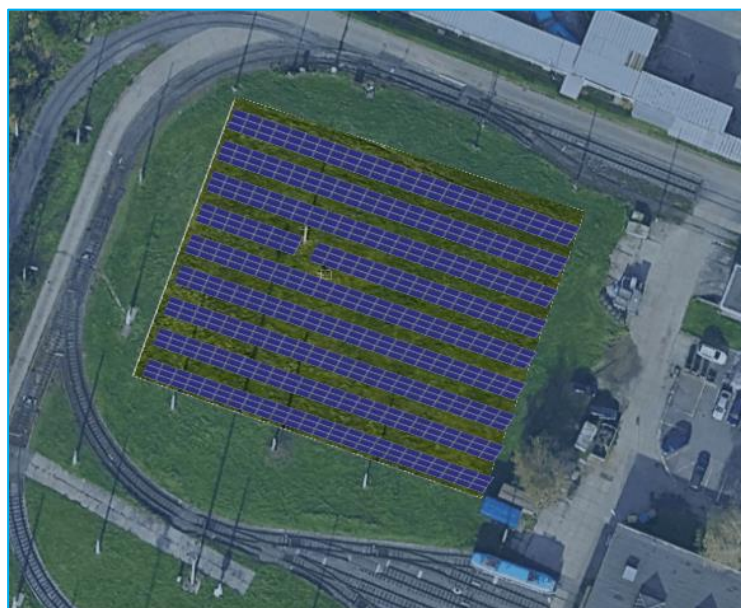
Obrázek 2 Plocha uvažovaná k osazení fotovoltaickými panely



Zdroj: Fotodokumentace pořízená během místního šetření dne 24. 10. 2022

Uvažovaná plocha o velikosti 2 541 m² umožňuje instalovat FVE o celkovém výkonu **354,8 kWp**. Na obrázku níže je pak s využitím letecké mapy zakresleno možné rozmístění panelů, které počítá s jednotkovým výkonem panelu 550 Wp. Zde jsou také zohledněny možné překážky instalace (sloupy apod.). Výřez z leteckého snímku je orientován na sever, panely jsou tudíž orientovány jižním směrem (přesněji jde o azimut 199°, kde je ovšem dosahováno takřka totožných hodnot výroby jako u orientace na tzv. čistý jih – 180°). Předpokládá se, že pro dosažení maximální výroby budou panely umístěny v náklonu zhruba 30–40°, a to na konstrukci ve třech řadách nad sebou. Jednotlivé skupiny panelů je nutné rozmístit s dostatečnými rozestupy (alespoň 2,5 m) pro zamezení jejich vzájemnému stínění. Je třeba vést v patrnosti, že se jedná pouze o rámcový návrh, který bude nutné zpřesnit v samostatné projektové dokumentaci včetně statického a energetického posouzení.

Obrázek 3 Potenciální způsob rozmístění panelů na pozemku



Zdroj: vlastní zpracování v systému SolarEdge Designer

I přes jistý pokles cen odebírané elektrické energie vůči roku 2022 (kdy byla uvažována cena 6 300 Kč/MWh; nyní je počítáno s průměrnou cenou 3 574 Kč/MWh³) lze konstatovat, že čím větší bude instalovaný výkon, tím vyšších ekonomických benefitů bude možné dosáhnout (více viz dále). **Optimální velikost FVE se tak s ohledem na současné ceny energií rovná maximalistické variantě**, tedy s nejvyšším možným množstvím panelů, které lze na dané ploše instalovat s ohledem na dodržení nutných rozestupů (zamezení stínění, dodržení bezpečné vzdálenosti od jiných stavebních prvků apod.).

Z níže uvedené tabulky je zřejmé, že **největších ekonomických benefitů bude dosahováno při maximalistické variantě, která odpovídá očekávanému instalovanému výkonu ve výši 354,8 kWp**.⁴ Optimálnost této varianty lze doložit zejména přímou úměrou mezi instalovaným výkonem (tj. počtem panelů) a generovanou roční úsporou, roční čistou úsporou⁵ i čistou současnou hodnotou investice. I přes zvětšování instalovaného řešení zůstává návratnost na podobné úrovni, což je dáno skutečností, že veškerá vyrobená elektřina je okamžitě spotřebována – přetoky začínají vznikat až při maximalistické variantě (viz dále). S ohledem na střednědobé a dlouhodobé vyhodnocení efektivity je však nutné nahlížet primárně na roční čistou úsporu, která vychází nejlépe při maximalistické variantě. Uvedené údaje předpokládají variantu **bez instalace bateriového systému**. Optimalizace bateriového úložiště dle velikosti je uvedena dále.

Tabulka 2 Optimalizace velikosti FVE (základní varianta bez baterie)

Velikost FVE (I = max)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Výkon FVE (kWp)	35,8	71,0	106,7	141,9	177,7	212,9	248,6	283,8	319,6	354,8
Technické výstupy										
Roční spotřeba (kWh)	3 743 038									
Roční výroba (kWh)	47 648	94 564	142 212	189 127	236 776	283 691	331 339	378 255	425 903	472 818
Roční přetoky (kWh)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4 926
Roční odběr (kWh)	3 695 390	3 648 474	3 600 826	3 553 911	3 506 262	3 459 347	3 411 699	3 364 783	3 317 135	3 275 146
Roční soběstačnost (%)	1,3 %	2,5 %	3,8 %	5,1 %	6,3 %	7,6 %	8,9 %	10,1 %	11,4 %	12,5 %
Ekonomické výstupy										
Roční úspora (Kč)	170 295	337 971	508 266	675 941	846 236	1 013 912	1 184 207	1 351 882	1 522 177	1 682 098
Roční čistá úspora (Kč)	113 495	225 091	348 586	460 181	573 676	685 272	808 767	920 362	1 033 857	1 137 698
Návratnost (roky)	7,8	7,8	7,7	7,7	7,8	7,8	7,7	7,7	7,7	7,8
Čistá souč. hodnota (Kč)	781 888	1 551 757	2 458 339	3 228 208	4 010 096	4 779 965	5 686 547	6 456 415	7 238 304	7 974 139

Zdroj: vlastní zpracování. Poznámka: hodnota ročního odběru představuje energii, která nebude pokryta z FVE a bude ji nutné dodat z externích zdrojů (z distribuční sítě).

Pro úplnost je v následující části uvedena citlivostní analýza závislosti ekonomické výhodnosti investice (FVE) na ceně za odebíranou elektrickou energii, kdy s klesající cenou výhodnost investice klesá a vice versa. Je uvažována pouze maximální hodnota instalovaného výkonu, tj. 354,8 kWp. Minimální cena, kdy se FVE teoreticky vyplatí (návratnost je na hranici 25 let, což odpovídá očekávané technologické životnosti elektrárny⁶), je 2 101 Kč/MWh. Při této ceně však není doporučeno FVE instalovat.

³ Tato cena je způsobena nákupem na spotovém trhu a skutečností, že u trakční energie není hrazena DPH.

⁴ V rámci předchozí studie bylo kalkulováno se 100% využitelností této plochy a výkonem 500 kWp. Pakliže by byl instalován výkon 500 kWp, návratnost investice by se mírně prodloužila, a to na 8,3 let (resp. 5,3 let s 30% dotací). Roční objem přetoků by vzrostl ze 4 926 kWh na 57 826 kWh a roční míra soběstačnosti areálu by se zvýšila z 12,5 % na 16,3 %. Zpracování podrobného instalačního schématu nebylo předmětem původního projektu.

⁵ Roční čistá úspora je úspora, která je ponížena o výši investice rovnoměrně rozpočítanou po dobu životnosti uvažovaného řešení.

⁶ Jedná se o konzervativní hodnotu, část výrobců solárních panelů uvádí životnost 30 let nebo větší, nicméně tento údaj nelze v současných podmínkách ověřit.

S postupným nárůstem ceny odebírané energie přímo úměrně rostou také ekonomické benefity, neboť je generována větší ekonomická úspora. Jestliže s cenou 3 000 Kč/MWh se FVE vrátí za 10,5 roku a hodnota roční čisté úspory dosahuje 869,1 tis. Kč, při nárůstu na 6 000 Kč/MWh bude návratnosti dosaženo již po 3,8 letech, přičemž roční čistá úspora vzroste na 2 272,8 tis. Kč. Níže uvedená tabulka pak udává očekávanou výhodnost navrhovaného řešení s ohledem na možné změny v ceně za odebíranou elektrickou energii, a to s ohledem na potenciálně měnící se cenové podmínky.

Tabulka 3 Závislost změny ceny elektrické energie na ekonomickou stránku FVE

Cena odebírané EE (Kč/MWh)	2 101	2 500	3 000	3 500	3 574	4 000	4 500	5 000	5 500	6 000
Roční úspora (Kč)	992 660	1 179 583	1 413 529	1 647 474	1 682 098	1 881 420	2 115 366	2 349 312	2 583 258	2 817 204
Roční čistá úspora (Kč)	448 260	635 183	869 129	1 103 074	1 137 698	1 337 020	1 570 966	1 804 912	2 038 858	2 272 804
Návratnost bez dotace (roky)	25,0	15,2	10,5	8,3	7,8	6,6	5,6	4,8	4,4	3,8
Čistá současná hodnota (Kč)	23 104	2 178 814	4 876 824	7 574 834	7 974 139	10 272 844	12 970 854	15 668 863	18 366 873	21 064 883
Vnitřní výnosové procento	7,0 %	10,1 %	13,8 %	17,6 %	18,2 %	21,5 %	25,6 %	29,9 %	34,4 %	39,3 %

Zdroj: vlastní zpracování

Technické parametry uvažovaného řešení jsou uvedeny v tabulce níže. Tyto parametry vstupují do technického a ekonomického modelu.

Tabulka 4 Technické parametry navrhovaného řešení

Technický parametr	Hodnota	Technický parametr	Hodnota
Zeměpisná šířka	49,836°	Víkendová spotřeba vůči pracovnímu dni	50 %
Zeměpisná délka	18,171°	Výkon jednoho panelu	550 Wp
Celková plocha k osazení	2 541 m ²	Plocha na jeden panel	2 m ²
Využitelnost plochy k osazení	76 %	Životnost FVE / životnost baterie	25 / 10 let
Zmenšení využitelné plochy kvůli stínění	33 %	Degradace instalovaných panelů za rok ⁷	1 %
Orientace solárních panelů (azimut)	Jih (199°)	Degradace instalované baterie za rok	2 %
Sklon instalovaných panelů	30°	Připojení na distribuční síť	Ano
Podíl denní spotřeby na celkové spotřebě	80 %	Instalovaný výkon uvažované FVE	354,8 kWp

Zdroj: vlastní zpracování

Následující analýza se při zohlednění výše uvedených předpokladů **soustředí zejména na dimenzování velikosti bateriového úložiště**. Nadále bude uvažována pouze maximální velikost uvažované FVE, tj. s instalovaným výkonem 354,8 kWp, která byla vyhodnocena jako ekonomicky nejvýhodnější (optimální). Tabulka níže srovnává tři možné a nejčastěji využívané velikosti bateriového systému akumulace elektrické energie, vyjádřené jako podíl k instalovanému výkonu, a variantu bez akumulace. Srovnání je uskutečněno z hlediska ročního objemu přetoků, odběru, celkové soběstačnosti a ekonomiky, která je rozhodná pro posouzení optimální kapacity baterie. Klíčová je v tomto kontextu zejména konečná cena za energii odebíranou z distribuční soustavy, která se v době zpracování této studie pohybovala na úrovni 3 574 Kč za MWh, včetně distribučních

⁷ Jedná se o opatrnostní odhad s ohledem na skutečnost, že standardně uváděná degradace panelů se pohybuje mezi 0,5 % a 1 % za rok.

poplatků. Předpokládaná cena za prodej případných přetoků zpět do distribuční sítě byla za současných podmínek stanovena na úroveň 2 000 Kč/MWh. V rámci následující kapitoly je kalkulována i varianta při zapojení výroby elektrické energie do energetického společenství.

V případě tohoto areálu (za předpokladu možných přetoků) vychází jako nejoptimálnější řešení ve vztahu k profilu spotřeby i následné ekonomiky provozu řešení **bez možnosti akumulace vyrobené elektřiny do bateriového systému**. Veškerá vyrobená elektřina je tak buď spotřebována v reálném čase, anebo přeteče (při posílení distribuční soustavy) do distribuční sítě. Sem je prodávána za již uvedenou cenu 2 000 Kč za MWh. Jak je patrné z níže uvedené komparace, zvolení varianty bez úložiště vzhledem k ostatním navrženým možnostem maximalizuje čistou roční úsporu, čistou současnou hodnotu a poskytuje nejrychlejší návratnost vynaložené investice. Naopak bateriové systémy při jakékoli velikosti zvyšují celkovou soběstačnost pouze nepatrně.

Tabulka 5 Porovnání velikosti bateriových systémů

Parametr	Instalovaná baterie ve vztahu k velikosti FVE			
	Bez akumulace	0,5násobek	1násobek	2násobek
Technické parametry				
Kapacita baterie (kWh)	–	177,4	354,8	709,5
Roční přetoky (kWh)	4 926	2 605	283	–
Roční odběr (kWh)	3 275 146	3 272 824	3 270 502	3 270 220
Roční úspora na odběru (kWh)	467 892	470 214	472 536	472 818
Roční soběstačnost (%)	12,5 %	12,56 %	12,62 %	12,63 %
Ekonomické parametry				
Roční úspora (Kč)	1 682 098	1 685 753	1 689 408	1 689 853
Roční čistá úspora (Kč) ^a	1 137 698	885 933	634 168	123 773
Návratnost (roky)	7,8	12,4	19,4	investice se nevrátí
Čistá současná hodnota (Kč)	7 974 139	4 235 579	486 595	–7 034 093
Vnitřní výnosové procento (%)	18,2 %	12,3 %	7,6 %	–1,2 %

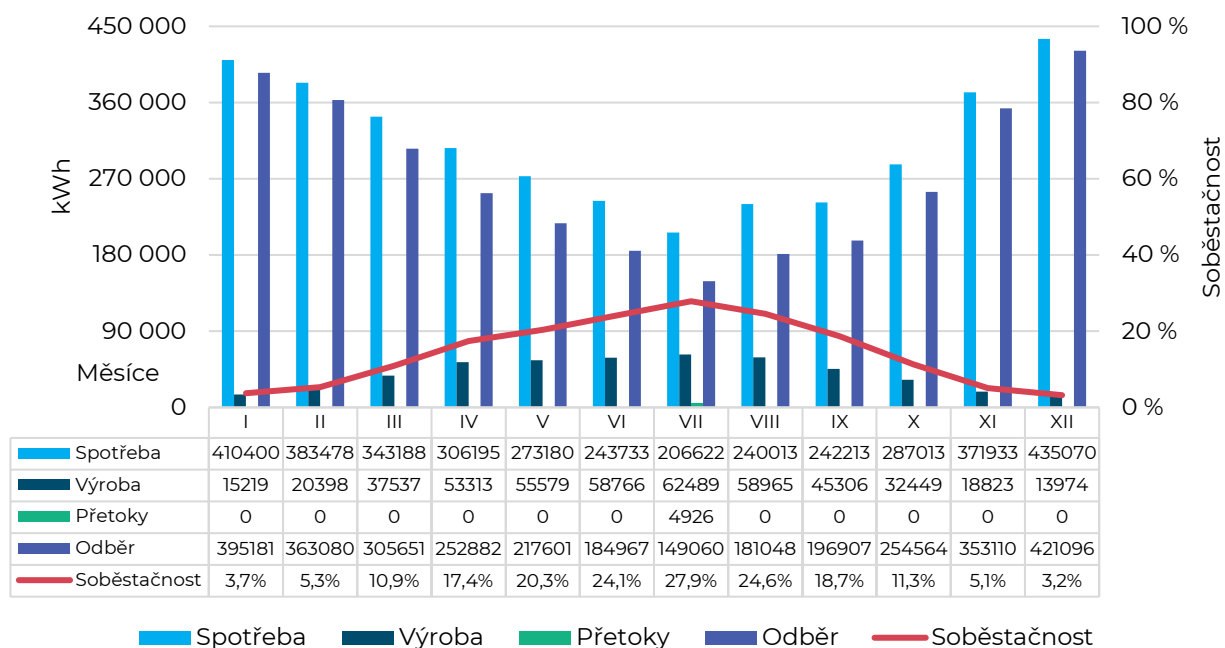
Zdroj: vlastní zpracování

Na následujícím grafu jsou zobrazeny měsíční profily spotřeby, výroby, přetoků, odběrů ze sítě a soběstačnosti v uvažovaném areálu vozovny pro nejvýhodnější variantu bez baterie. Uvedené hodnoty se předpokládají v prvním roce od instalace; v následujících letech se začne projevovat očekávaná 1% roční degradace fotovoltaického systému. Měsíční spotřeba areálu se pohybuje od necelých 207 MWh během měsíce července až do 435 MWh v prosinci. Údaje o spotřebě vycházejí z údajů za rok 2023. Výroba FVE o výkonu 354,8 kWp by měla dosahovat nejvyšších hodnot mezi květnem a srpnem, kdy dosahuje 55 až 62 MWh za měsíc; v zimě tyto hodnoty klesají pod úroveň

^a Roční čistá úspora je úspora, která je ponížena o výši investice rovnoměrně rozpočítanou po dobu životnosti uvažovaného řešení.

15 MWh měsíčně. Přetoky do sítě jsou způsobeny omezenou soudobostí výroby a spotřeby (až 20 % spotřeby připadá na večerní a noční hodiny), nicméně vzhledem k vysoké spotřebě jsou generovány pouze v červenci, kdy je zaznamenán objem cca 5 MWh. Celková soběstačnost areálu na elektrickou energii dosahuje v zimě maximálně 5 %, naopak v průběhu léta činí až 27,9 %, kdy je nejpříznivější poměr mezi spotřebou a výrobou, a to s ohledem na délku osvitu.

Graf 3 Energetický profil řešení – spotřeba, výroba, přetoky, odběr a soběstačnost



Zdroj: vlastní zpracování

4. EKONOMICKÁ ANALÝZA

Ekonomická analýza je **členěna na dvě varianty**, a to s plnou úhradou vstupní investice z prostředků DPO a s částečným pokrytím vstupních investičních nákladů z dotace. Nadále je posuzována pouze varianta bez bateriového úložiště, která je z ekonomického hlediska nejvýhodnější (viz výše).

Investiční náklady na zřízení FVE jsou dány:

- náklady na pořízení fotovoltaických panelů a jejich instalaci;
- náklady na akumulací systém, je-li součástí řešení;
- ostatními náklady (výkopové práce, střídače, projektové práce apod.).

Náklady na fotovoltaické panely o jednotkovém výkonu 550 Wp se v době zpracování této studie pohybují na průměrné úrovni **8 tis. Kč, a to včetně instalace**. Tato cena je spíše konzervativní. V rámci ekonomické analýzy bylo počítáno s fotovoltaickými panely typu AEG 550 Wp Black Frame 21,29% AS-M1442Z-H(M10) s 25letou zárukou, jejichž cena se pohybuje od 5 050 Kč za jeden solární panel, což lze považovat za spíše vyšší hodnotu. Lze zakoupit i levnější solární panely s obdobnými parametry. K této ceně jsou dále započítány náklady na instalaci a podpůrné konstrukce. Celkové náklady na panely, v případě maximálního osazení, tak dle očekávané kalkulace představují částku 5 160 tis. Kč.

Náklady na bateriový systém, který byl ve výpočtech brán v úvahu, vychází z průměrných cen, kdy baterie stojí přibližně 12–16 tis. Kč na instalovanou kWh, přičemž jednotková cena je nepřímo úměrná velikosti baterie (úspory z rozsahu). Kupříkladu instalace baterie o kapacitě 177,4 kWh by vyžadovala vstupní investici zhruba 2 129 tis. Kč.

Mezi **ostatní investiční náklady** spadají především výdaje na vypracování projektové dokumentace, zemní práce, stavební přípomoci, úpravy hlavních rozvaděčů, propojovací vedení či dispečerské řízení. Odhady nákladů v této Studii na úrovni 3 950 tis. Kč jsou spíše přibližné, neboť zpracovatel nemá k dispozici elektrodokumentaci areálu a přesná specifikace hlavních komponent FVE bude předmětem projektové dokumentace včetně stanovení podrobného rozpočtu. Veškeré nákladové položky jsou uvedeny se započtením 21% sazby DPH.

Celkové vstupní investiční náklady na toto řešení (bez baterie) jsou uvažovány na **9 110 tis. Kč včetně DPH**. Při zadání technické specifikace na veřejnou zakázku na výstavbu FVE je nezbytné dbát na řádné nastavení technických parametrů použité technologie a záruky dodavatele, které budou zpřesněny v rámci samostatné projektové dokumentace. S ohledem na možný negativní vývoj cen stavebních prací je níže uvedena citlivostní analýza zkoumající vliv změny výše vstupních investičních nákladů na ekonomiku projektu. Za předpokladu snížení ceny na 8 mil. Kč se návratnost investice (bez dotace) zkrátí na 6,6 roku a roční čistá úspora vzroste o 50 tis. Kč. Naopak při růstu nákladů úměrně klesá úspora a prodlužuje se návratnost, kdy např. při nákladech 12 mil. Kč se FVE vrátí za 11,8 roku a roční čistá úspora bude dosahovat 1 022 tis. Kč. Teoretická výše vstupní investice, kdy se FVE (při současných cenách elektrické energie) vrátí až na konci životnosti, byla stanovena na přibližně 17 mil. Kč.

Tabulka 6 Závislost změny výše vstupních investičních nákladů na ekonomickou stránku FVE

Výše vstupní investice (Kč)	8 000 000	8 500 000	9 000 000	9 110 000	9 500 000	10 000 000	11 000 000	12 000 000	14 000 000	17 031 197
Roční úspora (Kč)	1 682 098									
Roční čistá úspora (Kč)	1 182 098	1 162 098	1 142 098	1 137 698	1 122 098	1 102 098	1 062 098	1 022 098	942 098	820 851
Návratnost bez dotace (roky)	6,6	7,3	7,7	7,8	8,4	8,8	10,4	11,8	15,6	25,0
Čistá současná hodnota (Kč)	9 084 139	8 584 139	8 084 139	7 974 139	7 584 139	7 084 139	6 084 139	5 084 139	3 084 139	52 942
Vnitřní výnosové procento	21,6 %	19,9 %	18,5 %	18,2 %	17,2 %	16,0 %	14,0 %	12,4 %	9,8 %	7,0 %

Zdroj: vlastní zpracování

4.1 Základní varianta – financování pouze z vlastních zdrojů

V této podkapitole je vzat do úvahy předpoklad, že na vstupní investici nebude čerpána žádná dotace, tj. 100 % nákladů bude hrazeno DPO. Následující tabulka obsahuje klíčové ekonomické výstupy této varianty. Nejdůležitějším parametrem je v tomto kontextu konečná cena za energii odebíranou ze soustavy, která je na úrovni 3 574 Kč/MWh. Do modelu dále vstupuje cena za prodej vyrobených přebytků do distribuční sítě, stanovená na tržně obvyklé hodnotě 2 000 Kč/MWh. V případě této lokality vyšlo ve vztahu k profilu spotřeby a uvedeným cenám ekonomicky nejvýhodnější řešení **bez akumulace elektrické energie** (viz dříve). Vyrobená elektrická energie je tak buď okamžitě spotřebována, nebo přetéká do distribuční soustavy a je prodána za uvedenou cenu. Volba varianty bez baterie vzhledem k ostatním navrženým možnostem maximalizuje čistou roční úsporu (při očištění úspory o výši investice), čistou současnou hodnotu investice a poskytuje nejrychlejší návratnost vynaložených finančních prostředků. Jakékoli dimenzování baterií prodražuje investici; ta navíc s ohledem na vznik přetoků pouze v měsíci červenci nedává ekonomický smysl. Varianta s baterií o kapacitě 177,4 kWh by zvýšila vstupní investici o 2 129 tis. Kč a prodloužila návratnost investice o necelých pět let na 12,4 roku.

Tabulka 7 Porovnání bateriových systémů – ekonomické výstupy varianty bez dotace

Parametr	Instalovaná baterie ve vztahu k velikosti FVE			
	Bez akumulace	0,5násobek	1násobek	2násobek
Velikost bateriového systému (kWh)	–	177,4	354,8	709,5
Cena za bateriový systém (Kč)	–	2 128 500	4 257 000	8 514 000
Celkové vstupní investiční náklady (Kč)	9 110 000	11 238 500	13 367 000	17 624 000
Celkové investiční náklady po dobu životnosti (Kč)	9 110 000	15 495 500	21 881 000	34 652 000
Roční úspora (Kč)	1 682 098	1 685 753	1 689 408	1 689 853
Roční čistá úspora (Kč) ⁹	1 137 698	885 933	634 168	123 773
Návratnost (roky)	7,8	12,4	19,4	investice se nevrátí
Čistá současná hodnota (Kč)	7 974 139	4 235 579	486 595	-7 034 093
Vnitřní výnosové procento (%)	18,2 %	12,3 %	7,6 %	-1,2 %

Zdroj: vlastní zpracování

⁹ Roční čistá úspora je úspora, která je ponížena o výši investice rovnoměrně rozpočítanou po dobu životnosti uvažovaného řešení.

Níže jsou prezentovány ekonomické parametry vstupující do modelu u nejvýhodnější varianty – bez instalace bateriového systému.

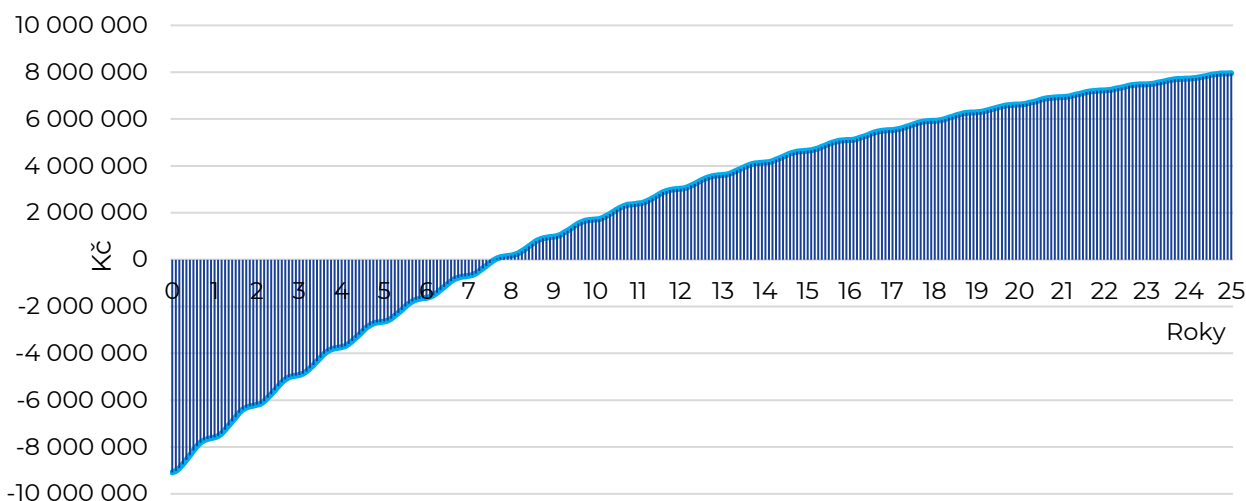
Tabulka 8 Ekonomické parametry navrhovaného fotovoltaického řešení – varianta bez dotace

Ekonomický parametr	Hodnota	Ekonomický parametr	Hodnota
Cena energie odebírané ze soustavy (Kč/MWh)	3 574 Kč	Celkové vstupní investiční náklady (Kč)	9 110 000 Kč
Cena energie dodávané do soustavy (Kč/MWh)	2 000 Kč	Celkové investiční náklady po dobu životnosti (Kč)	9 110 000 Kč
Cena za 1 panel včetně instalace (Kč)	8 000 Kč	Provozní náklady (Kč/rok)	180 000 Kč
Cena za panely o instalovaném výkonu (Kč)	5 160 000 Kč	Dotace z celkových investičních nákladů (%)	0 %
Cena za bateriový systém (Kč)	Bez baterie	Diskontní míra (%)	7 %
Ostatní investiční náklady (Kč)	3 950 000 Kč	Výše odpisů (%)	4 %

Zdroj: vlastní zpracování

Pro stanovení návratnosti uvažovaného řešení je v následujícím grafu znázorněn **rozdíl mezi kumulovanými výnosy a kumulovanými náklady** za dobu životnosti FVE, předpokládané na 25 let. V modelovém výpočtu se na začátku sledovaného období předpokládá investice v řádové výši **9 110 tis. Kč**. Díky realizovaným úsporám a přetokům do sítě se investice pomalu vrací. Vyrovnaní nákladů s výnosy se při očekávané 7% diskontní míře předpokládá **po 7 letech a 9 měsících od spuštění provozu**.

Graf 4 Rozdíl mezi kumulovanými výnosy a náklady – varianta bez dotace



Zdroj: vlastní zpracování

4.2 Alternativní varianta – částečné pokrytí vstupních nákladů z dotace

Tato kapitola představuje ekonomické řešení v situaci, kdy by bylo možné využít dotační podpory z veřejných zdrojů. Modelově je uvažováno s výzvou Modernizačního fondu RES+ č. 1/2024 ze Státního fondu životního prostředí ČR (dále také „SFŽP ČR“), otevřené v době vypracování této studie. V rámci této výzvy mohou žádat mj. obchodní společnosti vlastněné ze 100 % veřejným

subjektem o dotační podporu na výstavbu FVE až do výkonu 5 MWp. Maximální míra podpory nesmí překročit 30 % ze způsobilých výdajů.

V následující tabulce jsou uvedeny ekonomické výstupy modelu pro variantu s dotací. Veškeré uvedené vstupní investiční náklady předpokládají 30% pokrytí z dotace. U variant s bateriovým systémem je nutné předpokládat obnovovací investici po každých 10 letech provozu (tj. při 25leté životnosti FVE je tato obnova započtena 2×). Z pohledu ekonomické rentability by bylo možné uvažovat o instalaci bateriového systému (varianta s nejmenší kapacitou baterie se vrátí zhruba za 6,5 roku), nicméně roční soběstačnost vzroste pouze o 0,06 procentního bodu a roční čistá úspora klesne o více než 170 tis. Kč. Řešení s bateriovým systémem tedy nemá ekonomické opodstatnění.

Tabulka 9 Porovnání bateriových systémů – ekonomické výstupy varianty s dotací

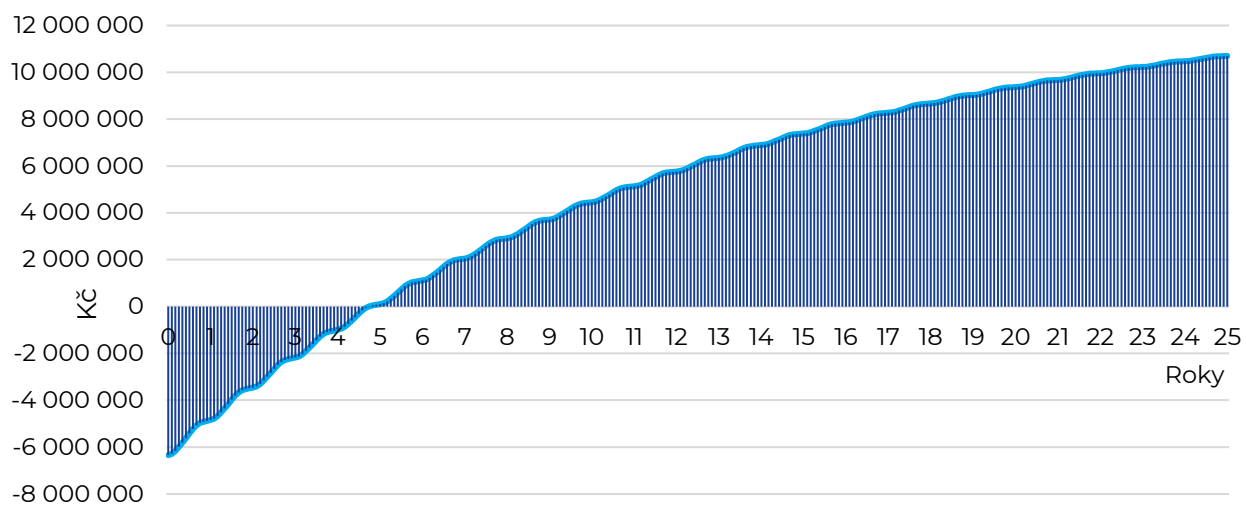
Parametr	Instalovaná baterie ve vztahu k velikosti FVE			
	Bez akumulace	0,5násobek	1násobek	2násobek
Velikost bateriového systému (kWh)	–	177,4	354,8	709,5
Cena za bateriový systém (Kč)	–	2 128 500	4 257 000	8 514 000
Celkové vstupní investiční náklady (Kč)	6 377 000	7 866 950	9 356 900	12 336 800
Celkové investiční náklady po dobu životnosti (Kč)	6 377 000	10 846 850	15 316 700	24 256 400
Roční úspora (Kč)	1 682 098	1 685 753	1 689 408	1 689 853
Roční čistá úspora (Kč) ¹⁰	1 247 018	1 071 879	896 740	539 597
Návratnost (roky)	4,8	6,5	8,3	18,8
Čistá současná hodnota (Kč)	10 707 139	8 096 749	5 475 935	211 587
Vnitřní výnosové procento (%)	29,4 %	21,3 %	15,6 %	7,3 %

Zdroj: vlastní zpracování

Pokud by v době realizace bylo možné využít dotační titul **s 30% podílem spolufinancování** (např. ze SFŽP ČR), návratnost investice by se významně přiblížila a bodu zvratu by bylo dosaženo již **po 4 letech a 10 měsících**, tj. o necelé 3 roky dříve než u předchozí varianty. Tuto skutečnost dokládá následující graf, kdy vstupní investice dosahuje již jen 6 377 tis. Kč a bod zvratu je na časové ose posunut vlevo. Uvažovaná 7% diskontní míra způsobuje, že při 30% dotaci bude návratnosti dosaženo za téměř polovinu času ve srovnání s předchozí variantou.

¹⁰ Roční čistá úspora je úspora, která je ponížena o výši investice rovnoměrně rozpočítanou po dobu životnosti uvažovaného řešení.

Graf 5 Rozdíl mezi kumulovanými výnosy a náklady – varianta s dotací



Zdroj: vlastní zpracování

5. SEZNAM ZKRATEK

Tabulka 10 Seznam zkratk

Zkratka	Význam
DPO	Dopravní podnik Ostrava a.s.
FVE	Fotovoltaická elektrárna
SFŽP ČR	Státní fond životního prostředí České republiky

6. SEZNAM TABULEK, GRAFŮ A OBRÁZKŮ

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Shrnutí očekávaných technických a ekonomických parametrů FVE.....	3
Tabulka 2 Optimalizace velikosti FVE (základní varianta bez baterie)	8
Tabulka 3 Závislost změny ceny elektrické energie na ekonomickou stránku FVE	9
Tabulka 4 Technické parametry navrhovaného řešení	9
Tabulka 5 Porovnání velikosti bateriových systémů	10
Tabulka 6 Závislost změny výše vstupních investičních nákladů na ekonomickou stránku FVE.....	13
Tabulka 7 Porovnání bateriových systémů – ekonomické výstupy varianty bez dotace.....	13
Tabulka 8 Ekonomické parametry navrhovaného fotovoltaického řešení – varianta bez dotace....	14
Tabulka 9 Porovnání bateriových systémů – ekonomické výstupy varianty s dotací	15
Tabulka 10 Seznam zkratk.....	17

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Průměrný počet hodin ročního slunečního svitu v lokalitě, 2004–2023	5
Graf 2 Energetický potenciál lokality pro FVE	5
Graf 3 Energetický profil řešení – spotřeba, výroba, přetoky, odběr a soběstačnost	11
Graf 4 Rozdíl mezi kumulovanými výnosy a náklady – varianta bez dotace.....	14
Graf 5 Rozdíl mezi kumulovanými výnosy a náklady – varianta s dotací.....	16

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Uvažovaná plocha pro instalaci FVE v areálu tramvají Poruba	4
Obrázek 2 Plocha uvažovaná k osazení fotovoltaickými panely	7
Obrázek 3 Potenciální způsob rozmístění panelů na pozemku	7

7. PŘÍLOHY

Příloha č. 1 – Technický a ekonomický model instalace FVE (soubor typu XLSX)

We believe the information contained herein to be correct at the time of going to press, but we cannot accept any responsibility for any loss occasioned to any person as a result of action or refraining from action as a result of any item herein. Printed and published by © Moore Stephens International Limited. Moore Stephens International Limited, a company incorporated in accordance with the laws of England, provides no audit or other professional services to clients. Such services are provided solely by member and correspondent firms of Moore Stephens International Limited in their respective geographic areas. Moore Stephens International Limited and its member firms are legally distinct and separate entities. They are not and nothing shall be construed to place these entities in the relationship of parents, subsidiaries, partners, joint ventures or agents. No member firm of Moore Stephens International Limited has any authority (actual, apparent, implied or otherwise) to obligate or bind Moore Stephens International Limited or any other Moore Stephens International Limited member or correspondent firm in any manner whatsoever.



Moore Advisory CZ s.r.o.

Karolinská 661/4

186 00 Praha 8

Czech Republic

www.moore-czech.cz