

Analýza vhodnosti instalace fotovoltaické elektrárny pro objekt Nemocnice Jihlava



Energetická agentura Vysočiny
Nerudova 1498/8, 586 01 Jihlava

Vypracovali: Ing. Zbyněk Bouda
Ing. Zdeněk Bohutínský
Ing. Ondřej Němec
Ing. Ladislav Tománek

Datum: 8/2022



OBSAH:

1	Identifikační údaje	3
2	Účel zpracování analýzy.....	4
3	Analýza výchozího stavu	5
3.1	Specifikace stávající spotřeby elektrické energie	6
4	Navrhovaná opatření	8
4.1	Plochy střech pro možnou instalaci FV systému	8
4.2	Návrh výkonu.....	12
5	Ekonomická analýza projektu.....	14
5.1	Vyhodnocení FVE.....	15
6	Harmonogram realizace projektu	16
7	Ekologické vyhodnocení.....	16
8	Analýza dotačních možností.....	17
9	Závěr.....	19
10	Seznam tabulek, obrázků a grafů	20

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Údaje o zadavateli předmětu studie

Zadavatel: Kraj Vysočina
Adresa: Žižkova 57, 587 33 Jihlava
Statutární zástupce: Mgr. Vítězslav Schrek, MBA, hejtman
IČ: 70890749

Údaje o provozovateli předmětu studie

Název organizace: Nemocnice Jihlava, příspěvková organizace
Adresa organizace: Vrchlického 59, 586 01 Jihlava
IČ: 00090638

Údaje o zpracovateli předmětu studie

Název organizace: Energetická agentura Vysočiny
Adresa organizace: Nerudova 1498/8, 586 01 Jihlava
Zastoupená: Zbyněk Bouda, jednatel firmy
IČ: 70938334
Tel.: +420 567 303 322
E-mail: eav@eav.cz

2 ÚČEL ZPRACOVÁNÍ ANALÝZY

Cíl zpracování analýzy

Účelem zpracování této studie je posouzení ekonomické a technologické vhodnosti instalace fotovoltaické elektrárny pro výrobu elektrické energie a zvýšení nezávislosti budovy na elektrické energii.

Podklady pro zpracování studie

- Pasport objektu (2018)
- Spotřeba elektrické energie (údaj poskytnutý zadavatelem studie)
- Místní šetření

3 ANALÝZA VÝCHOZÍHO STAVU

Nemocnice Jihlava leží v jihozápadní části města. Je přístupná z ulice Vrchlického. Nachází se v katastrálním území Jihlava [659673].



Obrázek 1 - Umístění objektu v katastrální mapě

Seznam budov

Název objektu	Adresa	Parc. č.
Areál nemocnice	Vrchlického 4630/59	4380/104
Areál nemocnice	Vrchlického 4630/59	4380/42
Areál nemocnice	Vrchlického 4630/59	4380/43
Areál nemocnice	Vrchlického 4630/59	4380/44
Areál nemocnice	Vrchlického 4630/59	4374//24
Areál nemocnice	Vrchlického 4630/59	4380//24
Areál nemocnice	Vrchlického 4630/59	4380/23
Areál nemocnice	Vrchlického 4630/59	4374/14
Areál nemocnice	Vrchlického 4630/59	4380/22
Areál nemocnice	Vrchlického 4630/59	4374/31
Areál nemocnice	Vrchlického 4630/59	4374/3

Tabulka 1: Seznam budov

3.1 Specifikace stávající spotřeby elektrické energie

Samotný areál školy je napojen na odběrné místo elektrické energie. Spotřeby elektrické energie jsou vypsány z účetních dokladů v tabulce níže.

Elektrická energie	Spotřeba el. energie [MWh]
leden	565,03
únor	558,53
březen	672,75
duben	479,96
květen	529,83
červen	547,86
červenec	536,99
srpen	517,19
září	527,45
říjen	620,39
listopad	646,91
prosinec	643,42
Celkem	6846,31

Tabulka 2: Spotřeba elektřiny

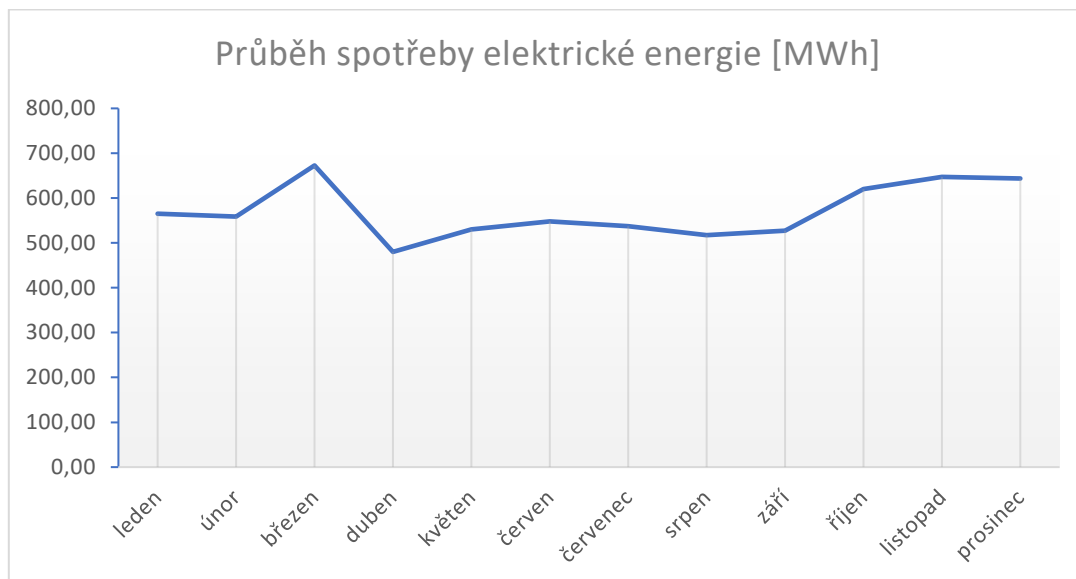
Celková roční spotřeba elektrické energie: 6 846 MWh/rok

Pro účely analýzy je dále počítáno s cenou energie, která představuje stávající stav ceny této energie.

Výchozí cena energie pro analýzu: 7 000 Kč/MWh s DPH

Jedná se o odhad ceny energie pro rok 2024 a roky následující.

Průběh spotřeby elektrické energie



Graf 1: Spotřeba el. energie

4 NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ

Navrhujeme instalaci fotovoltaických panelů na střechách objektů, čímž se zvýší soběstačnost provozu budovy a minimalizuje odběr elektrické energie. Vyrobená elektrická energie by byla využita pro vlastní spotřebu s minimální dodávkou přebytku výroby do rozvodné sítě. Tento návrh FV systému je proveden na základě dostupnosti ploch střech budov a měsíčních spotřebách elektrické energie v budovách. Konkrétní návrh FVE musí provést projektant FVE, a optimalizovat vytipovanou variantu výkonu a provozu na skutečný odběr el. energie. Tento návrh dále podrobně nestanovuje statické možnosti daných ploch, pouze odhaduje únosnost a statickou vhodnost instalace FVE systému na určenou plochu.

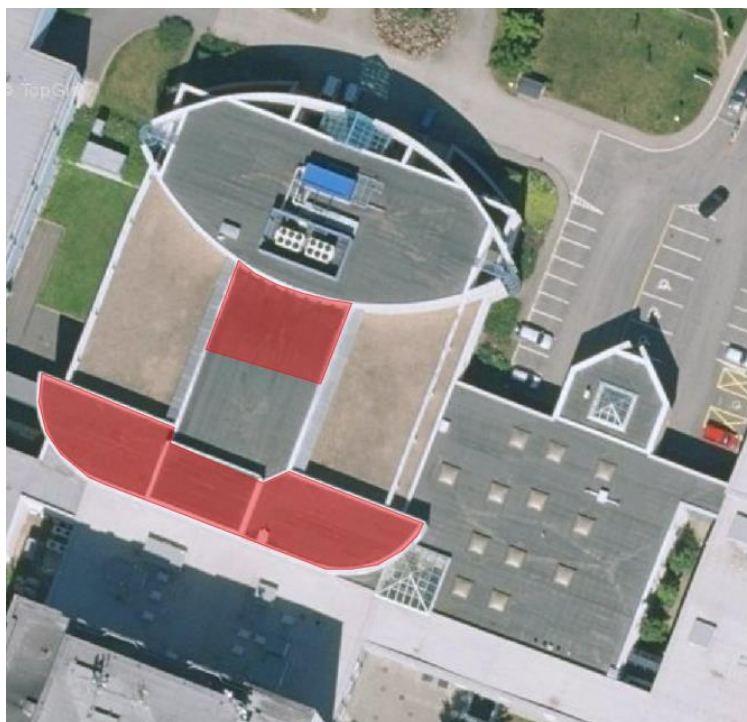
Pro vytvoření výpočetního modelu je uvažován konkrétní typ fotovoltaických panelů, který byl vybrán pouze pro účely tohoto posouzení. Přesnou specifikaci panelu musí stanovit projektant FVE.

4.1 Plochy střech pro možnou instalaci FV systému

V této kapitole jsou naznačeny vhodné plochy střech pro možnou instalaci FV systému s drobným popisem daných střech a statickým posouzením možností uložit na ně FV panely. V této kapitole jsou vyznačeny pouze plochy vhodné k instalaci FV systému. Nejsou zde naznačeny a zahrnuté střechy, které jsou staticky nevhodné, nejsou optimálně orientované, jsou stíněné okolními budovami nebo okolní zelení.

Dále zde nejsou zahrnuty plochy střech, kde není možné instalovat panely z technologického hlediska. Instalaci překáží prvky na střechách a blízkém okolí, jako jsou např. světlíky, vzduchotechnické jednotky, akustické stěny k jednotkám VZT, vikýře a podobné překážky znemožňující instalaci FV systému.

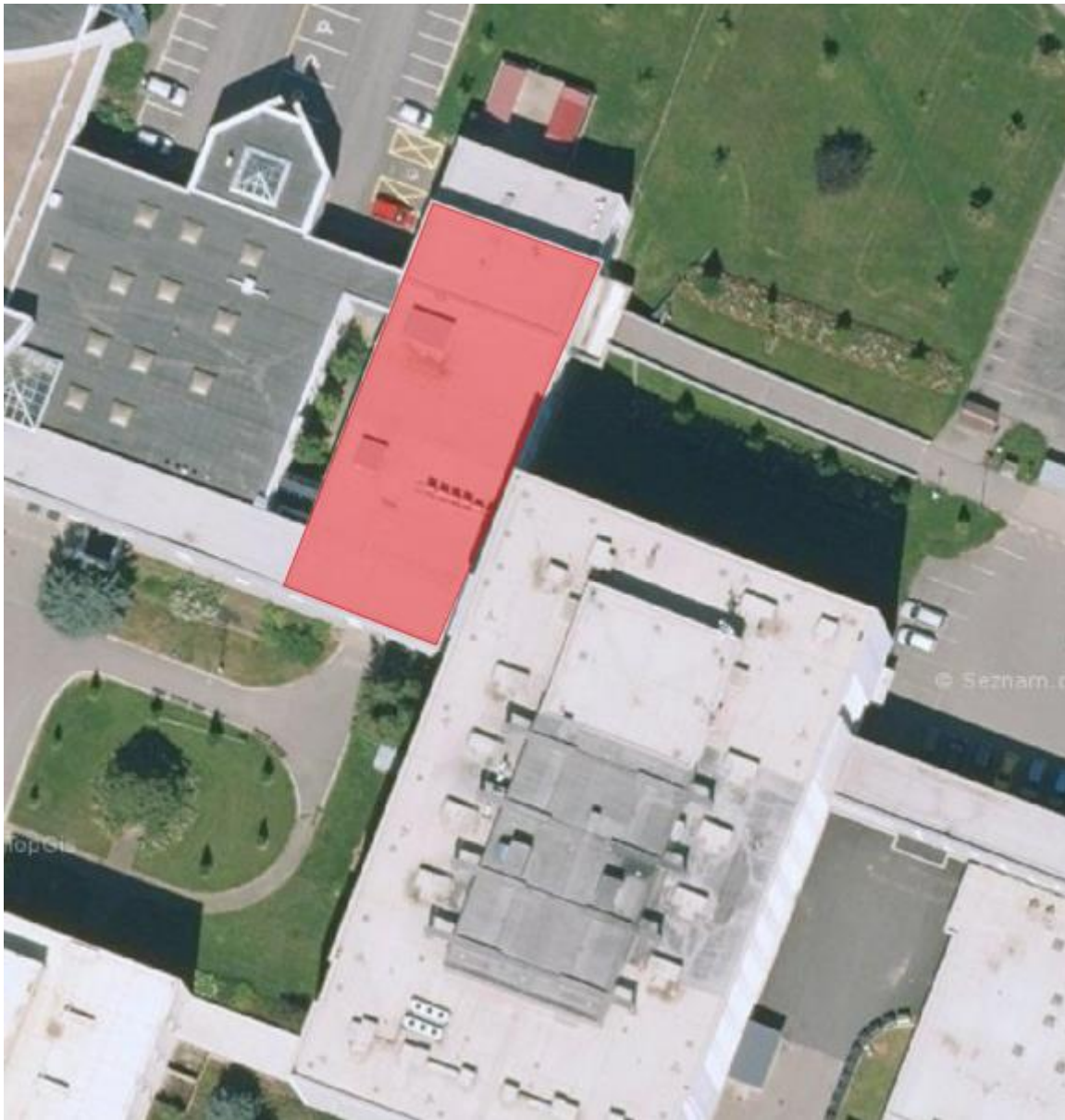
Střechy pavilonů v blízkosti heliportu nemocnice jsou též z ploch vyloučené. Zde nastává problematické uložení panelů z pohledu vztlaku vzduchu od vrtulníků při manévrech nad heliportem. Zároveň zde může nastat problém ve stavebním řízení, tyto panely mohou oslňovat piloty, nachází se v leteckém koridoru přistání a vzletu a Úřad pro civilní letectví by mohl vydat u stavebního řízení zamítavé stanovisko.



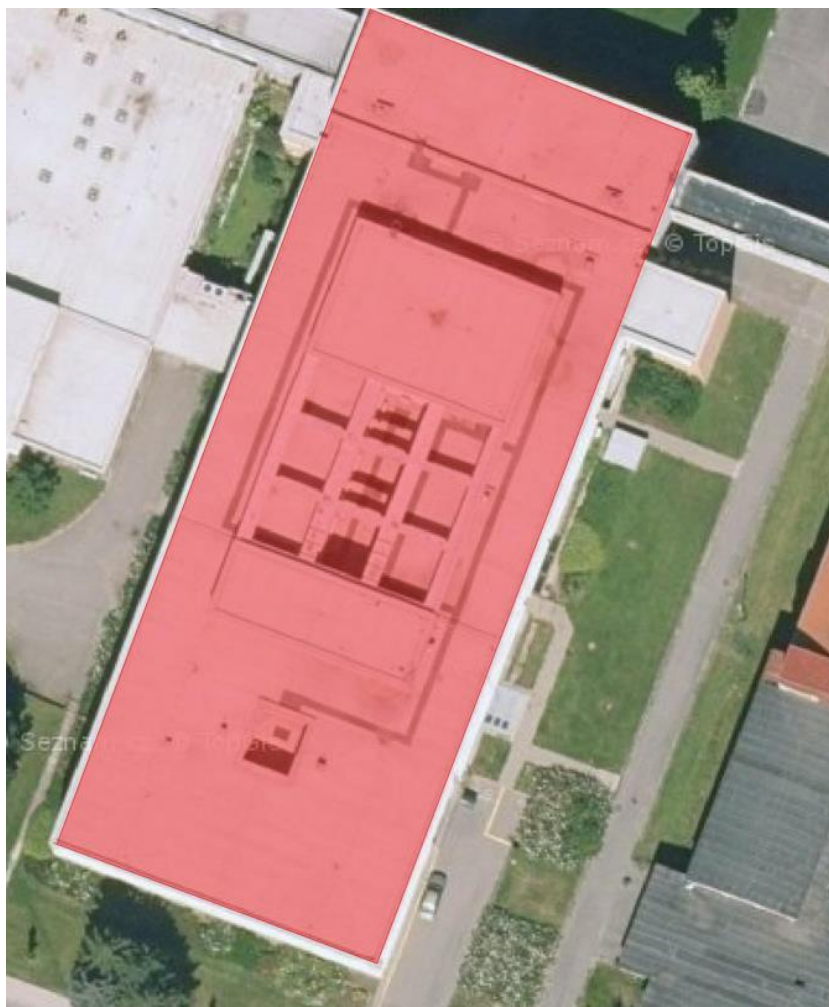
Obrázek 2: Potencionální plochy střech - 1



Obrázek 3: Potencionální plochy střech - 2



Obrázek 4: Potencionální plochy střech – 3



Obrázek 5: Potencionální plochy střech - 4

Popis budovy	Plocha [m2]	Orientace	Výkon [kWp]
4380/42	380	J	41
4374//24	760	J	0
4380//24	200	J	22
4374/14	900	J	41
4380/22	1700	J	186
Parkovací dům	1500	J	11
Celkem	5 440	-	586

Tabulka 3: Přehled ploch využitelných pro instalaci FV panelů

U daných budov je možné instalovat FV systém celkem na **5 440 m²** střech s převážnou orientací na jih. Tato plocha odpovídá orientační možné instalaci výkonu až **586 kWp** FV systému.

Ploché

Jedná se o střechy ploché s možným natočením panelů a jejich sklonu na optimální úroveň. Střechy se jeví jako vhodné k instalaci FV panelů. V rámci projektových příprav je v první řadě nutné posoudit statikem vhodnost dané střechy z pohledu zátěže panelů a jejich samozátěžové konstrukce. Dále je třeba prověřit krytinu budovy z pohledu požární odolnosti, a pak lze přistoupit k samotnému návrhu konkrétního typu, počtu a přesné velikosti fotovoltaické elektrárny, včetně zapracování možné problematiky stávajícího hromosvodu a blízkosti FVE.

4.2 Návrh výkonu

Dle možností střechy a její orientace byl navržen, spolu s výpočtem, možný instalovaný špičkový výkon roční výroby. Tento návrh je pro účely této studie dále optimalizován na měsíční průběh spotřeby energie v dané budově, či areálu tak, aby nedocházelo k vysokým přebytkům elektrické energie, a byl minimalizován prodej el. energie do sítě.

Před samotnou instalací FVE je nutné prověřit a specifikovat nároky na úpravu elektroměrového rozvaděče, dle platných norem, vyhlášek a požadavků distribučních společností. Instalace FV systému bude vyžadovat úpravu kabelových cest. Zde je třeba počítat i s nutností stavebních úprav z pohledu potřeby vedení kabelů od FV panelů po rozvaděče a ostatní komponenty nutné k provozu.

Dále, jak je výše popsáno, je potřeba prověřit statickou únosnost a vhodnost instalace FV systému. Nutné je též prověřit i technický stav dané krytiny a případně zvážit investici do nové střešní krytiny budovy.

Výše vypsané plochy nabízí instalaci FV panelů na ploše okolo **5 440 m²**, což odpovídá špičkovému výkonu **586 kWp**.

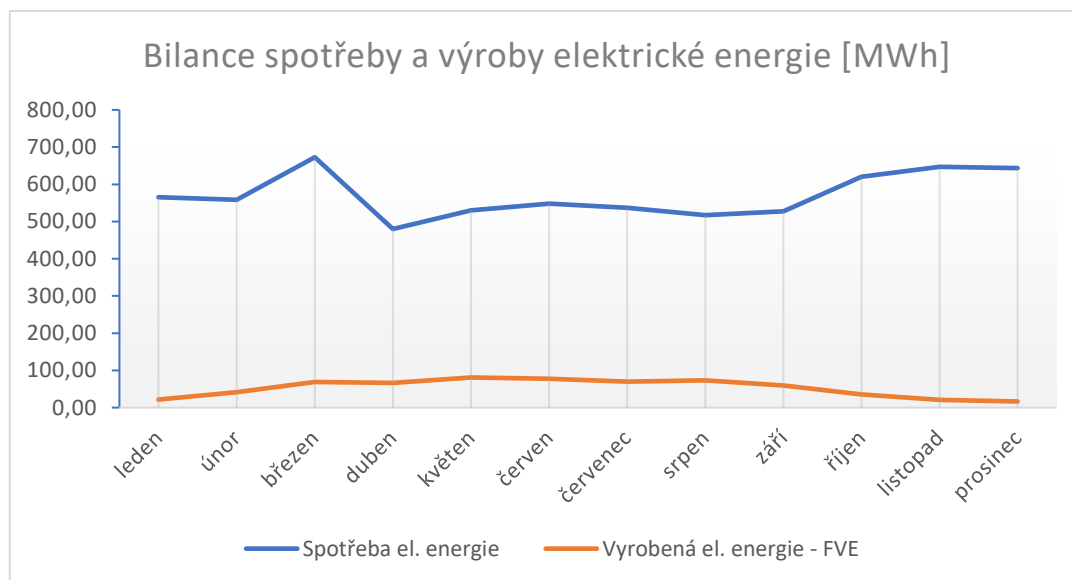
Vzhledem k provozu a spotřebě energie v letních měsících, byl výkon optimalizován tak, aby nedocházelo k nadměrnému prodeji el. energie do sítě, a nebyla tím významněji ovlivněna ekonomika celého projektu. Prodej do sítě ekonomiku lehce zhoršuje a výkupní cena el. energie je velice proměnná. Návrh FV systému je tedy proveden na minimalizaci prodeje el. energie do sítě. Pro účely této studie je uvažováno s výkupní cenou el. energie za 1,20 Kč/kWh.

Vzhledem k provozu a ploše střechy je navržen výkon FVE **586 kWp** – využít celý potenciál ploch budovy.

Tabulka níže znázorňuje spotřebovanou a vyrobenou el. energii v budově.

Elektrická energie	Spotřeba el. energie	Vyrobena el. energie
	[MWh]	[MWh]
leden	565,03	21,64
únor	558,53	41,51
březen	672,75	68,57
duben	479,96	66,64
květen	529,83	80,93
červen	547,86	77,58
červenec	536,99	69,69
srpen	517,19	73,07
září	527,45	59,61
říjen	620,39	35,69
listopad	646,91	20,75
prosinec	643,42	16,47
Celkem	6846,31	632,15

Tabulka 4: Bilance spotřeby a výroby el. energie



Graf 2: Bilance spotřeby a výroby el. energie

Navržený špičkový výkon FVE systému: **586 kWp**

5 EKONOMICKÁ ANALÝZA PROJEKTU

Pro zhodnocení vhodnosti realizace navrhovaných investičních opatření při stávajících podmínkách, byla zvolena metoda založená na maximalizaci budoucích peněžních toků.

Stávajícími podmínkami rozumíme stav, kdy veškerá spotřebovaná elektrická energie v areálu je nakupována z rozvodné sítě.

S ohledem na cenu peněz v čase je musíme převést na sčitatelnou hodnotu, což nejlépe provedeme výpočtem tzv. čisté současné hodnoty (NPV, Net Present Value), jejich diskontováním k vhodně zvolenému okamžiku – k počátku prvního roku provozu po realizaci investice.

Toto kritérium splňuje všechny požadované podmínky, neboť:

- používá důsledně změny peněžních toků, vyvolané hodnoceným projektem (relevantní, marginální veličiny),
- pracuje s budoucími výdaji a příjmy, čímž automaticky vynechává z hodnocení již "utopené" finanční prostředky,
- zahrnuje veškeré relevantní částky včetně výnosu vlastního kapitálu (diskont),
- umí respektovat strukturu financování a zdanění dle konkrétní situace investora.

Matematicky lze dojít ke třem základním výsledkům:

$NPV > 0$ projekt lze doporučit k realizaci, výnos z projektu je vyšší, než je cena kapitálu do něj vloženého,

$NPV = 0$ projekt je na hranici rentability,

$NPV < 0$ projekt není vhodné realizovat.

Pokud máme na výběr několik variant, vybíráme podle tohoto kritéria tu variantu, která má největší NPV.

Dalším použitým kritériem pro hodnocení investice je vnitřní výnosové procento, vnitřní úroková míra (IRR, Internal Rate of Return), což je taková hodnota úrokové míry, která je použita pro diskontování, dává za dobu životnosti právě nulovou hodnotu diskontovaného toku hotovosti. Jeho jistou výhodou je to, že jej lze interpretovat ve srovnání s úrokovou mírou.

Mezi další, často užívaná kritéria hodnocení investic, patří doba návratnosti, resp. diskontovaná doba návratnosti. Kriteriaální podmínkou je zde co nejrychlejší splacení investice z budoucích výnosů.

Návrh budoucího stavu je proveden v jedné variantě, jak bylo uvedeno výše.

Výchozí cena energie pro analýzu:

7 000 Kč/MWh s DPH

Jedná se o odhad ceny energie pro rok 2024 a roky následující.

Výchozí cena výkupu el. energie pro analýzu:

1 200 Kč/MWh s DPH

5.1 Vyhodnocení FVE

Popis	Energie	Finance
	[MWh]	[tis. Kč]
Spotřeba	6846	47 927
Výroba FVE	632,15	-
Z toho		
Nakoupeno ze sítě:	6 441,74	45 092
Využitá FVE	619,5	0
Prodej z FVE	12,64	15,17

Tabulka 5: Bilance ročního provozu systému

Investice do FV systému je vyčíslena níže, a je rozdělena na investici do FVE a investici ostatní. Ostatními investicemi je zde myšleno zpracování projektové dokumentace, zpracování studie proveditelnosti, inženýrská činnost ve výstavbě a další nezbytné náklady.

Výroba FVE systému	Investice FVE	Ostatní	Investice celkem	úspora
[MWh/rok]	[tis. Kč]	[tis. Kč]	[tis. Kč]	[tis. Kč/rok]
632,15	34 452	2 412	36 864	4 352

Tabulka 6: Vyhodnocení opatření FVE

Za pomoci programu Efekt byl proveden výpočet ekonomické vhodnosti investice. Výsledek hodnocení je shrnut v následující tabulce:

Hodnotící kritéria		
Čistá současná hodnota – NPV	30 022	tis. Kč s DPH
Vnitřní výnosové procento – IRR	10,20	%
Prostá doba návratnosti	9	let
Diskontovaná doba návratnosti	10	let
Doba životnosti	25	let
Diskont	3	%

Tabulka 7: Vyhodnocení EFEKT

6 HARMONOGRAM REALIZACE PROJEKTU

Tato kapitola pouze okrajově naznačuje, tabulkovým zpracováním, možný harmonogram realizace projektu.

Měsíce	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Statické posouzení													
Projektová dokumentace													
Dotace													
VŘ na dodavatele													
Instalace													
Uvedení do provozu													

Tabulka 8: Harmonogram

7 EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ

Instalací FVE dojde k snížení spotřeby elektrické energie, tudíž k úspoře emisí CO₂ a k úspoře neobnovitelné primární energie.

Úspora energie [MWh/rok]	Snížení spotřeby el. energie [%]	Úspora neobnovitelné primární energie [MWh/rok]	Úspora emisí CO ₂ [tun/rok]
619,5	9,2	1643,6	543,6

Tabulka 9: Ekologické vyhodnocení

8 ANALÝZA DOTAČNÍCH MOŽNOSTÍ

Operační program životního prostředí

Výzva 11 – Obnovitelné zdroje ve veřejných budovách

Cílem výzvy je zvýšení využití obnovitelných zdrojů energie jak ve veřejných budovách, tak v konečné spotřebě energie ve veřejné infrastruktuře.

Plánovaný termín výzvy 24. 8. 2022 – 31. 5. 2023

Na co lze žádat dotaci:

- pořízení fotovoltaických panelů, nosných konstrukcí apod.
- stavební práce, dodávky a služby
- projektová dokumentace
- inženýrská činnost (TDI, AD)

Podporovány mohou být pouze výrobní, ve kterých budou instalovány výhradně fotovoltaické moduly, měniče a akumulátory s nezávisle ověřenými parametry prokázanými certifikáty vydanými akreditovanými certifikačními orgány na základě níže uvedených souborů norem:

Technologie	Soubory norem (je-li relevantní)
Fotovoltaické moduly	IEC 61215, IEC 61730
Měniče	IEC 61727, IEC 62116, normy řady IEC 61000 dle typu
Elektrické akumulátory	dle typu akumulátoru (pro nejčastější lithiové akumulátory IEC 63056:2020 nebo IEC 62619:2017 nebo IEC 62620:2014)

- o Použité fotovoltaické moduly a měniče musí dosahovat minimálně níže uvedených účinností:

Technologie	Minimální účinnost
Fotovoltaické moduly při standardních testovacích podmínkách ⁶⁶ (STC)	<ul style="list-style-type: none">- 19,0 % pro monofaciální moduly z monokrystalického křemíku,- 18,0 % pro monofaciální moduly z multikrystalického křemíku,- 19,0 % pro bifaciální moduly při 0 % bifaciálním zisku,- 12,0 % pro tenkovrstvé moduly,- nestanoveno pro speciální výrobky a použití⁶⁷.
Měniče	97,0 % (Euro účinnost)

- Při realizaci mohou být použity výhradně komponenty s garantovanou životností:

Technologie	Požadované zajištění životnosti
Fotovoltaické moduly	<ul style="list-style-type: none"> - min. 20letá lineární záruka na výkon s max. poklesem na 80 % původního výkonu garantovanou výrobcem - min. 10letá produktová záruka garantovaná výrobcem
Měniče	<ul style="list-style-type: none"> - záruka výrobce či dodavatele trvající min. 10 let na jeho bezodkladnou výměnu či adekvátní náhradu v případě poruchy či poškození
Elektrické akumulátory	<ul style="list-style-type: none"> - záruka s max. poklesem na 60 % nominální kapacity po 10 letech provozu, nebo dosažení min. 2 400násobku nominální energie (Energy Throughput)⁶⁸

- Instalované měniče musí být vybaveny plynulou, nebo diskrétní říditelností dodávaného výkonu do elektrizační soustavy umožňující změnu dodávaného výkonu výroby.

- Podpora na vybudování systému akumulace vyrobené elektřiny může být poskytnuta pouze pro systémy s kapacitou v rozsahu min. 20 % a max. 100 % z teoretické hodinové výroby při instalovaném špičkovém výkonu FVE.
- V případě bateriové akumulace s technologií na bázi olova nebo NiCd jsou podporovány pouze baterie se zajištěnou následnou recyklací (uzavřený cyklus). Účinnost recyklace konkrétního zpracovatele musí být podložena výpočtem dle nařízení EU č. 493/2012, přičemž účinnost recyklace musí být v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a rady č. 2006/66/ES pro:
 - NiCd baterie min. 75 % celkově a 99 % pro Cd;
 - baterie na bázi olova min. 65 % celkově a 97 % pro Pb.

Pro ostatní technologie (např. lithium, NiMH) není prokázání způsobu následné likvidace bateriového systému požadováno.

- Podporovány budou pouze výroby s případným jedním předávacím místem do přenosové nebo distribuční soustavy.
- Podporovány budou pouze výroby umístěné na střešní konstrukci nebo na obvodové zdi budovy, spojené se zemí pevným základem a evidované v katastru nemovitostí. Výjimku tvoří projekty, kde z technických důvodů nelze potřebný výkon instalovat přímo na budovu (musí být zdůvodněno v projektové dokumentaci). Zde je možné využít i jiné stávající zpevněné plochy v bezprostřední blízkosti budovy či areálu budov.

9 ZÁVĚR

Analýza se zabývá možností instalace FVE panelů pro částečné pokrytí spotřeby elektrické energie.

Instalace se jeví vhodnou, s dobrými ekonomicko-investičními parametry.

Rozhodujícím faktorem je cena, za kterou bude elektrická energie nakupována a prodávána.

Za stávajících předpokladů cen el. energie, lze ovšem instalaci FVE doporučit.

10 SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Tabulka 1: Seznam budov	5
Tabulka 2: Spotřeba elektřiny	6
Tabulka 3: Přehled ploch využitelných pro instalaci FV panelů.....	11
Tabulka 4: Bilance spotřeby a výroby el. energie.....	13
Tabulka 5: Bilance ročního provozu systému	15
Tabulka 6: Vyhodnocení opatření FVE	15
Tabulka 7: Vyhodnocení EFEKT	15
Tabulka 8: Harmonogram.....	16
Tabulka 9: Ekologické vyhodnocení	16
Obrázek 1 - Umístění objektu v katastrální mapě	5
Obrázek 2: Potencionální plochy střech - 1	9
Obrázek 3: Potencionální plochy střech - 2	9
Obrázek 4: Potencionální plochy střech – 3.....	10
Obrázek 5: Potencionální plochy střech - 4	11