

## **Fotovoltaické elektrárny – technicko – ekonomická studie**

### **Regionální muzeum a galerie v Jičíně, budova depozitáře v Robousích**



## 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE O VLASTNÍKOVI PŘEDMĚTU STUDIE	
Název firmy	Krajský úřad Královéhradeckého kraje
Adresa	Pivovarské náměstí 1245 500 03
IČ	708 89 846
Zástupce	Mgr. Martin Červíček, hejtman
Provozovatel objektu	PhDr. Michal Babík e-mail: babik@muzeumhry.cz mobil: +420 731 240 556
Kontaktní osoba	Iva Javůrková, investiční manažerka e-mail: iva.javurkova@kr-kralovehradecky.cz telefon: +420 mobil: +420 720 067 030
IDENTIFIKACE PŘEDMĚTU STUDIE	
Předmět Studie	Fotovoltaické elektrárny – technicko – ekonomická studie Regionální muzeum a galerie v Jičíně, budova depozitáře v Robousích
Umístění (adresa)	Robousy 70, 506 01 Jičín
Stručný popis předmětu Studie	Instalace fotovoltaické elektrárny na střechách zařízení Regionální muzeum a galerie v Jičíně, budova depozitáře v Robousích
NÁZEV PROGRAMU	
-	
IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ZPRACOVATELE STUDIE	
Název firmy	VŠB – Technická univerzita Ostrava Centrum energetických a environmentálních technologií (CEET) Výzkumné energetické centrum (VEC)
IČ	61989100
Zadal	Jakub Meca
Vypracoval	Ing. Tomáš Puchor, Ph.D.
Datum vypracování	4.11.2022

**OBSAH:**

1.	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	2
2.	ÚČEL ZPRACOVÁNÍ Studie .....	5
3.	Podklady pro zpracování .....	6
3.1	Popis stávajícího stavu předmětu .....	6
3.1.1	Charakteristika a popis hlavních činností zadavatele.....	6
3.2	Zdroje energií .....	7
3.2.1	Údaje o energetických vstupech .....	7
3.2.2	Cena elektrické energie .....	8
4.	NÁVRH FVE .....	9
4.1	Instalace FVE – maximální návrh.....	9
4.1.1	Popis .....	9
4.1.2	Ekonomické hodnocení .....	11
4.1.3	Environmentální hodnocení .....	13
4.1.4	Porovnání souběhu výroby a spotřeby el. energie během roku .....	14
4.2	Instalace FVE – optimální návrh .....	17
4.2.1	Popis .....	17
4.2.2	Ekonomické hodnocení .....	20
4.2.3	Environmentální hodnocení .....	21
4.2.4	Porovnání souběhu výroby a spotřeby el. energie během roku .....	22
4.3	Posouzení únosnosti střechy .....	25
4.4	Vyvedení výkonu do vnitřní sítě .....	25
4.5	Měření vyrobené elektrické energie .....	26
4.6	Flikr .....	26
4.7	Meze harmonických proudů.....	26
4.8	Rozpadové místo .....	26
4.9	Síťová ochrana .....	26
4.10	Návrh požárně bezpečnostního řešení.....	26
4.11	Konstrukce FVE.....	29
4.12	Bleskosvod.....	30
4.13	Bateriové úložiště .....	30
4.14	Jištění.....	31

---

5.	Právní a legislativní úskalí.....	32
6.	Závěr .....	34
6.1	Přehled rizik, doporučení a poznatků důležitých pro realizaci doporučeného návrhu .....	34
6.2	Doporučení energetického specialisty k realizaci posuzovaného opatření .....	35

## 2. ÚČEL ZPRACOVÁNÍ STUDIE

Předmětem díla je návrh instalace FVE systému na vybrané objekty dle požadavků objednatele. Studie obsahuje návrh možného řešení instalace FVE.

### 3. PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ

Jako vstupní podklady pro tuto studii sloužily údaje poskytnuté zadavatelem. Jednalo se zejména o:

- Spotřeby elektrické energie za září 2022 ve čtvrt hodinových maximách
- Střechy a plochy určené k instalaci FVE
- Předpokládaná cena elektrické energie pro rok 2023

#### 3.1 Popis stávajícího stavu předmětu

##### 3.1.1 Charakteristika a popis hlavních činností zadavatele

Objekt je svým charakterem určen jako bytové jednotky pro osoby se zdravotním postižením k dlouhodobějšímu pronájmu a bydlení.



Obr. č. 1 Budova depozitáře v Robousích (zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))

### 3.2 Zdroje energií

#### 3.2.1 Údaje o energetických vstupech

Předmět studie má pouze jedno předávací místo el. energie. Elektrickou energii dodává do areálu ČEZ Distribuce, a.s. Parametry odběrného místa jsou následující:

- EAN 859182400708715799.
- Sazba C56d
- Jistič 3x100A

**V objektu se el. energie spotřebovává zejména na:**

- Osvětlení
- Kancelářské prostory

Pro účel zpracování bilančních výpočtů byly zpracovateli doloženy údaje o množství spotřebovávané elektrické energie za září 2022. Platba za energii nebyla doložena. V tabulce níže je uvedena celková spotřeba.

Spotřeba elektrické energie 2022	
Období	Spotřeba
	MWh
leden	3,51
únor	2,20
březen	1,23
duben	0,93
květen	2,16
červen	2,61
červenec	1,23
srpen	1,31
září	2,95
říjen	1,49
listopad	1,54
prosinec	3,34
<b>Celkem</b>	<b>24,49</b>

Tab. č. 1 Spotřeba elektrické energie v roce 2022



### 3.2.2 Cena elektrické energie

Výpočty ve studii vycházejí z ceny elektrické energie pro rok 2023, kterou poskytnul zadavatel, od referenta pro energetiku z odboru investic, pána Ing. Bořek Dvořáček. V následující tabulce je cena elektrické energie rozdělená na silovou složku ceny, která je stanovená pro rok 2023 a distribuční složku ceny která je původní za rok 2022, která je ovlivnitelná. Uváděná cena je bez DPH. Ve studii je dále počítáno pouze s cenou el. energie za vysoký tarif.

Cena elektrické energie		
Obchod komodita		
Položka	Jednotka	Hodnota
Silová EE VT	Kč/MWh	5 500,00
Daň	Kč/MWh	28,30
Distribuce		
Položka	Jednotka	Hodnota
použití sítě	Kč/MWh	2 172,45
Systémové služby	Kč/MWh	113,53
Celková činná cena EE bez stálých poplatků		
Položka	Jednotka	Hodnota
Celkem VT (bez RK)	Kč/MWh	7 814,28
	Kč/GJ	2 170,63

Tab. č. 2 - Cena elektrické energie v roce 2023



#### 4. NÁVRH FVE

Návrh fotovoltaického systému vychází jednak z požadavku zadavatele a dále z vlastních poznatků získaných při místním šetření.

V následujícím textu je návrh FVE podrobně popsán. Byla sestavena energetická bilance a bylo provedeno její environmentální a ekonomické hodnocení.

#### 4.1 Instalace FVE – maximální návrh

##### 4.1.1 Popis

Návrh vychází s maximálním využitím vybrané střešní plochy pro umístění panelů.

**Varianta je řešena bez bateriového úložiště, veškerá přebytečná el. energie bude odevzdávána do sítě distribuce.**

Předpokládané rozmístění panelů je vyobrazeno na následujícím obrázku č.2. Uložení panelů bude zohledňovat stávající vedení hromosvodů a předpokládané požární bezpečnostní řešení.

Návrh FVE vychází za předpokladu, že budou použity monokrystalické FV panely o jednotkovém výkonu 450 Wp z účinnosti 20,7 %, rozměru 2094x1038x35 mm a hmotnosti 22 kg. Fotovoltaické moduly jsou umístěny v řadách na hliníkových konstrukcích pod sklonem střechy (20°) s jihozápadní orientací. Vlastnosti použitých panelů jsou v tabulce č. 3.

V rámci výstavby FVE navrhujeme pro změnu stejnosměrného proudu na střídavý použít vysokoúčinné střídače s účinností 98 %. Instalované střídače by měly být vybaveny řiditelností dodávaného výkonu do elektrizační soustavy umožňující změnu dodávaného výkonu výrobní dle předpokládaných podmínek distribuce.

Žádost o připojení FVE do distribuční sítě není součástí díla.

Sledování činnosti FVE systému bude zajištěno pomocí monitorovacího softwaru výrobce střídače.

Umístění střídačů je navrženo v místě vybraného objektu v případě vyhovujících prostor v blízkosti elektro rozváděčů nebo na vyhovující venkovní stěně.

Instalované FV panely splňují podmínky dle přílohy č.6 Operačního programu životního prostředí pro poskytnutí podpory:

- Certifikátem ověřené parametry dle souboru norem IEC 61215 nebo IEC 61730,
- minimální účinnost 19 % pro FV moduly z monokrystalického křemíku,
- minimálně 20letou záruku na výkon s maximálním poklesem na 80 % původního výkonu,
- minimálně 10letou záruku na produkt.

Instalované měniče splňují podmínky dle přílohy č.6 Operačního programu životního prostředí pro poskytnutí podpory:

- Certifikátem ověřené parametry dle souboru norem IEC 61727, IEC 62116 nebo IEC 61000,
- minimální účinnost 97,0 % (Euro účinnost),
- minimálně 10letou záruku na produkt.



Obr. č. 2 Předpokládané rozmístění panelů na střeše

Technické parametry FVE		
Parametr	Jednotky	Hodnota
Střecha	-	SO 02
Typ FV panelu	<b>Monokrystalický</b>	
Výkon FV panelu	Wp/panel	450
Plocha FV panelu	m <sup>2</sup>	2,2
Účinnost FV panelu	%	20,7
Orientace FV panelů (Jih 0°)	°	45
Sklon panelů	°	40
Počet panelů	ks	68
Výkon FVE	kWp	30,6
Jmenovitý výkon střídače	kW	30
Navržený počet stringů	ks	4

Tab. č. 3 – Soupis technických parametrů navržené FVE

Parametry FVE		
Parametr	Jednotky	Hodnota
Typ FV panelu	<b>Monokrystalický</b>	
Výkon FV panelu	Wp/panel	450
Plocha FV panelu	m <sup>2</sup>	2,2
Účinnost FV panelu	%	20,7
Orientace FV panelů (Jih 0°)	°	45
Sklon panelů	°	40
Počet panelů	ks	68
Instalovaný výkon – celkem	kWp	30,60
Ztráty v systému	%	7
Míra pokrytí vlastní spotřeby vyrobenou energií	%	55,5%
Přetok do sítě	%	46,1%

Tab. č. 4 – Soupis parametrů navržené FVE

#### 4.1.2 Ekonomické hodnocení

Ekonomické hodnocení je zpracováno na základě nákladů za nákup elektrické energie a z výše úspory. Ve výpočtech je uvažováno s cenou el. energie ve výši 7 814,28 Kč/MWh bez DPH a bez nárůstu ceny elektrické energie v dalších letech. Není také uvažováno s jakoukoliv výší dotace.

spora elektrické energie		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Spotřeba elektrické energie – stávající	MWh	24,5
Množství vyrobené elektrické energie z FVE	MWh	27,1
Množství vyrobené elektrické energie z FVE po odečtení ztrát	MWh	25,2
Přetok (dodávka do veřejné sítě)	MWh	11,6
<b>Celková úspora elektrické energie</b>	<b>MWh</b>	<b>13,6</b>
<b>Odběr ze sítě – návrh</b>	<b>MWh</b>	<b>10,9</b>

Tab. č. 5 – Úspora elektrické energie

Úspora provozních nákladů		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Stávající platba za elektrickou energii	tis. Kč/rok	191,40
Úspora elektrické energie	MWh/rok	13,6
Cena elektrické energie	Kč/MWh	7 814,28
<b>Úspora provozních nákladů</b>	<b>tis. Kč/rok</b>	<b>106,31</b>
<b>Nová platba za elektrickou energii</b>	<b>tis. Kč/rok</b>	<b>85,09</b>

Tab. č. 6 – Úspora provozních nákladů celková

Výše investic vychází pouze z odhadu zhotovitele studie. Celkové odhadované investiční náklady zohledňují veškeré náklady spojené pro pořízení FVE.

Investiční náklady a návratnost		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon	kWp	30,6
Investiční náklady na kWp	tis. Kč/kWp	35,0
Investiční náklady za FVE	tis. Kč	1 071,0
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	106,3
<b>Doba návratnosti opatření</b>	<b>let</b>	<b>10,1</b>

Tab. č. 7 – Investiční náklady a návratnost

Prostá doba návratnosti opatření - s prodejem přebytků		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Odhadované investiční náklady za FVE	tis. Kč	1 071,0
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	106,3
Cena výkupu elektrické energie	Kč/MWh	1 000,0
Úspora ze zisku z prodeje přebytků	tis. Kč/rok	11,6
Úspora celkem	tis. Kč/rok	117,9
<b>Doba návratnosti opatření</b>	<b>let</b>	<b>9,1</b>

Tab. č. 8 – Prostá doba návratnosti opatření - s prodejem přebytků

#### 4.1.3 Environmentální hodnocení

Environmentální hodnocení vychází z emisního faktoru CO<sub>2</sub> pro elektrickou energii. Hodnota emisního faktoru el. energie byla převzata z vyhlášky č. 141/2021 Sb. o energetickém posudku a činí 0,860 tCO<sub>2</sub>/MWh.

Výše úspory CO<sub>2</sub> činí 11,699 tun/rok což odpovídá 55,54 % z celkové produkce CO<sub>2</sub> z elektrické energie.

Srovnání opatření se stávajícím stavem			
Parametr	Stávající stav	Opatření	Úspora
Znečišťující látka	t/rok	t/rok	t/rok
CO <sub>2</sub>	21,064	9,365	11,699

Tab. č. 9 – Srovnání opatření se stávajícím stavem pro úsporu emisí CO<sub>2</sub>

#### 4.1.4 Porovnání souběhu výroby a spotřeby el. energie během roku

V následující tabulce je uvedena výroba elektrické energie z FVE v prvním roce provozu. Hodinové hodnoty výroby el. energie z FVE jsou převzaty z výpočetního nástroje PVGIS. Celková roční spotřeba el. energie byla rozdělena procentuálně na hodinové spotřeby denního provozu dle doložených čtvrt hodinových spotřeb za září 2022 a je v následující tabulce.

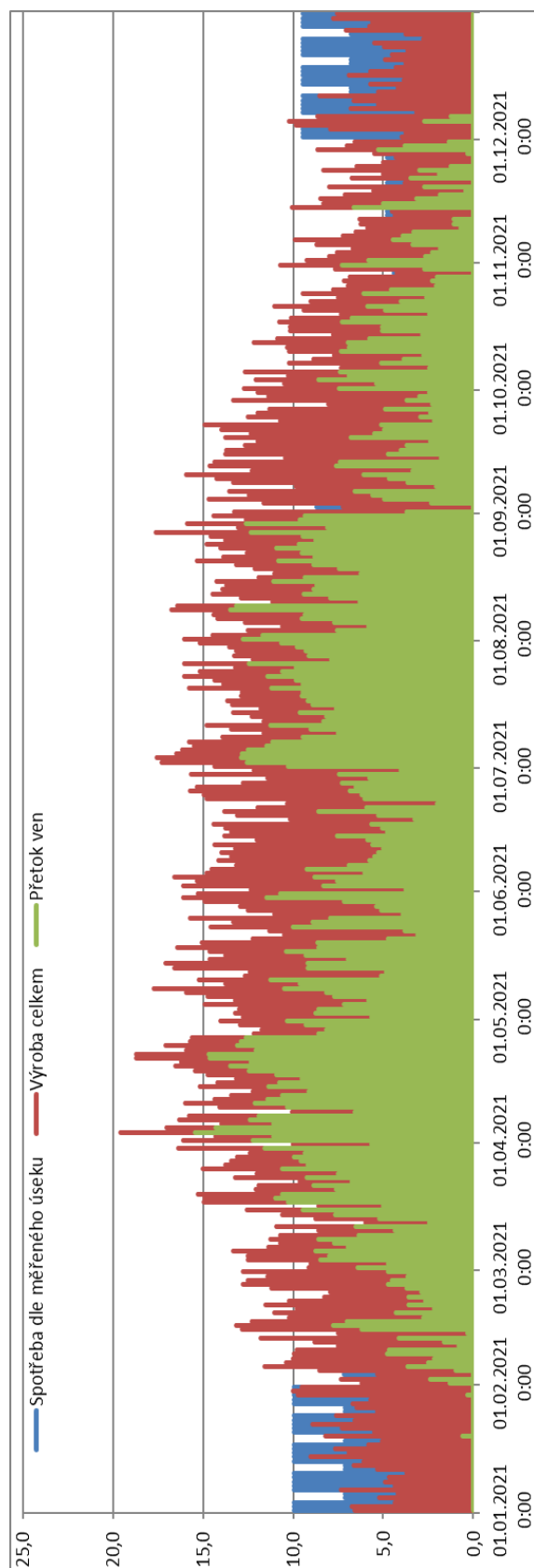
Rozdělení spotřeba EE		
Druh spotřeby	Spotřeba v areálu	
	Hod	Po-Pá So-Ne
	0	42% 42%
	1	37% 42%
	2	42% 37%
	3	42% 42%
	4	37% 42%
	5	37% 47%
	6	51% 37%
	7	37% 42%
	8	42% 42%
	9	47% 42%
	10	37% 42%
	11	47% 42%
	12	47% 47%
	13	37% 42%
	14	47% 37%
	15	42% 42%
	16	42% 42%
	17	42% 37%
	18	47% 47%
	19	42% 42%
	20	37% 47%
	21	42% 37%
	22	37% 42%
	23	37% 37%

Tab. č. 10 – Předpokládané rozdělení spotřeb v průběhu dne

Bilance elektrické energie							
Měsíc	Odběr ze sítě - stávající	Výroba FVE - celkem	Ztráty systému	Výroba po odečtení ztrát	Přetok do sítě	Vlastní spotřeba	Odběr ze sítě - návrh
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
Leden	3,5	1,0	0,1	0,9	0,0	0,9	2,6
Únor	2,2	1,6	0,1	1,5	0,3	1,1	1,1
Březen	1,2	2,4	0,2	2,2	1,3	0,9	0,4
Duben	0,9	3,2	0,2	3,0	2,2	0,8	0,2
Květen	2,2	3,4	0,2	3,1	1,4	1,7	0,5
Červen	2,6	3,2	0,2	3,0	1,0	2,0	0,6
Červenec	1,2	3,4	0,2	3,2	2,1	1,1	0,2
Srpen	1,3	3,1	0,2	2,9	1,8	1,1	0,3
Září	3,0	2,5	0,2	2,3	0,5	1,8	1,1
Říjen	1,5	1,7	0,1	1,6	0,7	0,9	0,6
Listopad	1,5	1,0	0,1	0,9	0,2	0,7	0,8
Prosinec	3,3	0,8	0,1	0,8	0,0	0,7	2,6
<b>Celkem</b>	<b>24,5</b>	<b>27,1</b>	<b>1,9</b>	<b>25,2</b>	<b>11,6</b>	<b>13,6</b>	<b>10,9</b>

Tab. č. 11 – Bilance výroby a spotřeby el. energie z FVE





Obr. č. 3 Balance výroby a spotřeby el. energie z FVE

## 4.2 Instalace FVE – optimální návrh

### 4.2.1 Popis

Návrh vychází s optimálním využitím vybrané střešní plochy pro umístění panelů.

**Varianta je řešena s bateriovým úložištěm, a to z důvodů malé spotřeby objektu a přetoků do sítě.**

Předpokládané rozmístění panelů je vyobrazeno na následujícím obrázku č.4. Uložení panelů bude zohledňovat stávající vedení hromosvodů a předpokládané požárně bezpečnostní řešení.

Návrh FVE vychází za předpokladu, že budou použity monokrystalické FV panely o jednotkovém výkonu 450 Wp z účinnosti 20,7 %, rozměru 2094x1038x35 mm a hmotnosti 22 kg. Fotovoltaické moduly jsou umístěny v řadách na hliníkových konstrukcích pod sklonem střechy (20°) s jihozápadní orientací. Vlastnosti použitých panelů jsou v tabulce č. 11.

V rámci výstavby FVE navrhujeme pro změnu stejnosměrného proudu na střídavý použít vysokoúčinné střídače s účinností 98 %. Instalované střídače by měly být vybaveny řiditelností dodávaného výkonu do elektrizační soustavy umožňující změnu dodávaného výkonu výrobní dle předpokládaných podmínek distribuce.

Žádost o připojení FVE do distribuční sítě není součástí díla.

Sledování činnosti FVE systému bude zajištěno pomocí monitorovacího softwaru výrobce střídače.

Umístění střídačů je navrženo v místě vybraného objektu v případě vyhovujících prostor v blízkosti elektro rozváděčů nebo na vyhovující venkovní stěně.

Instalované FV panely splňují podmínky dle přílohy č.6 Operačního programu životního prostředí pro poskytnutí podpory:

- Certifikátem ověřené parametry dle souboru norem IEC 61215 nebo IEC 61730,
- minimální účinnost 19 % pro FV moduly z monokrystalického křemíku,
- minimálně 20letou záruku na výkon s maximálním poklesem na 80 % původního výkonu,
- minimálně 10letou záruku na produkt.

Instalované měniče splňují podmínky dle přílohy č.6 Operačního programu životního prostředí pro poskytnutí podpory:

- Certifikátem ověřené parametry dle souboru norem IEC 61727, IEC 62116 nebo IEC 61000,
- minimální účinnost 97,0 % (Euro účinnost),
- minimálně 10letou záruku na produkt.



Obr. č. 4 Předpokládané rozmístění panelů na střeše

Technické parametry FVE		
Parametr	Jednotky	Hodnota
Střecha	-	SO 02
Typ FV panelu	<b>Monokrystalický</b>	
Výkon FV panelu	Wp/panel	450
Plocha FV panelu	m <sup>2</sup>	2,2
Účinnost FV panelu	%	20,7
Orientace FV panelů (Jih 0°)	°	45
Sklon panelů	°	40
Počet panelů	ks	18
Výkon FVE	kWp	8,10
Jmenovitý výkon střídače	kW	8
Navržený počet stringů	ks	2

Tab. č. 12 – Soupis technických parametrů navržené FVE

Parametry FVE		
Parametr	Jednotky	Hodnota
Typ FV panelu	<b>Monokrystalický</b>	
Výkon FV panelu	Wp/panel	450
Plocha FV panelu	m <sup>2</sup>	2,2
Účinnost FV panelu	%	20,7
Orientace FV panelů (Jih 0°)	°	45
Sklon panelů	°	40
Počet panelů	ks	18
Instalovaný výkon - celkem	kWp	8,10
Kapacita instalovaných baterií	kWh	5,83
Ztráty v systému	%	7
Míra pokrytí vlastní spotřeby vyrobenou energií	%	26,9%
Přetok do sítě	%	1,6%

Tab. č. 13 – Soupis parametrů navržené FVE

#### 4.2.2 Ekonomické hodnocení

Ekonomické hodnocení je zpracováno na základě nákladů za nákup elektrické energie a z výše úspory. Ve výpočtech je uvažováno s cenou el. energie ve výši 7 814,28 Kč/MWh bez DPH a bez nárůstu ceny elektrické energie v dalších letech. Není také uvažováno s jakoukoliv výši dotace.

spora elektrické energie		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Spotřeba elektrické energie – stávající	MWh	24,5
Množství vyrobené elektrické energie z FVE	MWh	7,2
Množství vyrobené elektrické energie z FVE po odečtení ztrát	MWh	6,7
Přetok (dodávka do veřejné sítě)	MWh	0,1
<b>Celková úspora elektrické energie</b>	<b>MWh</b>	<b>6,6</b>
<b>Odběr ze sítě – návrh</b>	<b>MWh</b>	<b>17,9</b>

Tab. č. 14 – Úspora elektrické energie

Úspora provozních nákladů		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Stávající platba za elektrickou energii	tis. Kč/rok	191,40
Úspora elektrické energie	MWh/rok	6,6
Cena elektrické energie	Kč/MWh	7 814,28
<b>Úspora provozních nákladů</b>	<b>tis. Kč/rok</b>	<b>51,40</b>
<b>Nová platba za elektrickou energii</b>	<b>tis. Kč/rok</b>	<b>140,00</b>

Tab. č. 15 – Úspora provozních nákladů celková

Výše investic vychází pouze z odhadu zhotovitele studie. Celkové odhadované investiční náklady zohledňují veškeré náklady spojené pro pořízení FVE.

Investiční náklady a návratnost		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Instalovaný výkon	kWp	8,1
Investiční náklady na kWp	tis. Kč/kWp	35,0
Investiční náklady za FVE	tis. Kč	283,5
Instalovaná kapacita baterií	kWh	5,8
Investiční náklady na kWh	tis. Kč/kWh	15,0
Investiční náklady za bateriové úložiště	tis. Kč	87,5
<b>Celkové způsobilé investiční náklady</b>	<b>tis. Kč</b>	<b>371,0</b>
Úspora provozních nákladů	tis. Kč/rok	51,4
<b>Doba návratnosti opatření</b>	<b>let</b>	<b>7,2</b>

Tab. č. 16 – Investiční náklady a návratnost

#### 4.2.3 Environmentální hodnocení

Environmentální hodnocení vychází z emisního faktoru CO<sub>2</sub> pro elektrickou energii. Hodnota emisního faktoru el. energie byla převzata z vyhlášky č. 141/2021 Sb. o energetickém posudku a činí 0,860 tCO<sub>2</sub>/MWh.

Výše úspory CO<sub>2</sub> činí 5,656 tun/rok což odpovídá 26,85 % z celkové produkce CO<sub>2</sub> z elektrické energie.

Srovnání opatření se stávajícím stavem			
Parametr	Stávající stav	Opatření	Úspora
Znečišťující látka	t/rok	t/rok	t/rok
CO <sub>2</sub>	21,064	15,408	5,656

Tab. č. 17 – Srovnání opatření se stávajícím stavem pro úsporu emisí CO<sub>2</sub>

#### 4.2.4 Porovnání souběhu výroby a spotřeby el. energie během roku

V následující tabulce je uvedena výroba elektrické energie z FVE v prvním roce provozu. Hodinové hodnoty výroby el. energie z FVE jsou převzaty z výpočetního nástroje PVGIS. Celková roční spotřeba el. energie byla rozdělena procentuálně na hodinové spotřeby denního provozu dle doložených čtvrt hodinových spotřeb za září 2022 a je v následující tabulce.

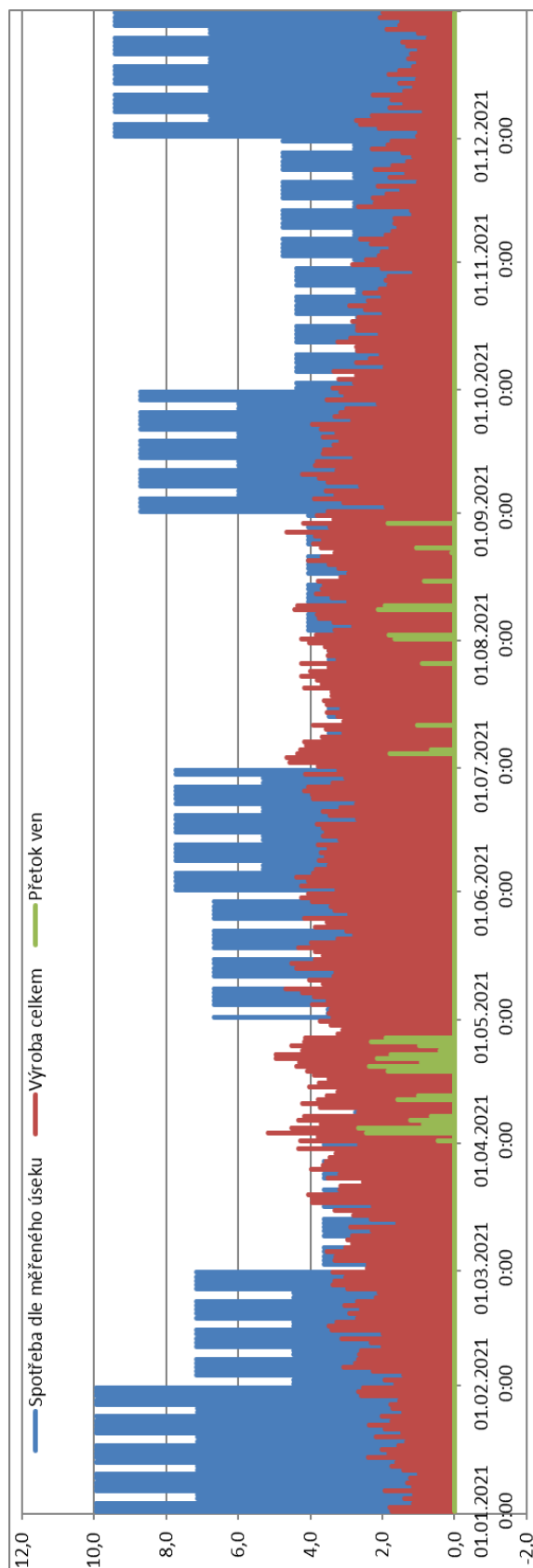
Rozdělení spotřeba EE		
Druh spotřeby	Spotřeba v areálu	
Hod	Po-Pá	So-Ne
0	42%	42%
1	37%	42%
2	42%	37%
3	42%	42%
4	37%	42%
5	37%	47%
6	51%	37%
7	37%	42%
8	42%	42%
9	47%	42%
10	37%	42%
11	47%	42%
12	47%	47%
13	37%	42%
14	47%	37%
15	42%	42%
16	42%	42%
17	42%	37%
18	47%	47%
19	42%	42%
20	37%	47%
21	42%	37%
22	37%	42%
23	37%	37%

Tab. č. 18 – Předpokládané rozdělení spotřeb v průběhu dne



Bilance elektrické energie								
Měsíc	Odběr ze sítě - stávající	Výroba FVE - celkem	Ztráty systému	Výroba po odečtení ztrát	Baterie	Přetok do sítě	Vlastní spotřeba	Odběr ze sítě - návrh
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
Leden	3,5	0,3	0,0	0,2	0,000	0,0	0,2	3,3
Únor	2,2	0,4	0,0	0,4	0,000	0,0	0,4	1,8
Březen	1,2	0,6	0,0	0,6	0,025	0,0	0,6	0,6
Duben	0,9	0,9	0,1	0,8	0,111	0,1	0,7	0,2
Květen	2,2	0,9	0,1	0,8	0,006	0,0	0,8	1,3
Červen	2,6	0,8	0,1	0,8	0,000	0,0	0,8	1,8
Červenec	1,2	0,9	0,1	0,8	0,050	0,0	0,8	0,4
Srpen	1,3	0,8	0,1	0,8	0,048	0,0	0,7	0,6
Září	3,0	0,7	0,0	0,6	0,000	0,0	0,6	2,3
Říjen	1,5	0,4	0,0	0,4	0,001	0,0	0,4	1,1
Listopad	1,5	0,3	0,0	0,3	0,000	0,0	0,3	1,3
Prosinec	3,3	0,2	0,0	0,2	0,000	0,0	0,2	3,1
<b>Celkem</b>	<b>24,5</b>	<b>7,2</b>	<b>0,5</b>	<b>6,7</b>	<b>0,243</b>	<b>0,1</b>	<b>6,6</b>	<b>17,9</b>

Tab. č. 19 – Bilance výroby a spotřeby el. energie z FVE



Obr. č. 5 Balance výroby a spotřeby el. energie z FVE

#### 4.3 Posouzení únosnosti střechy

##### **Budova depozitáře v Robousích**

Konstrukce střechy je z dřevěných trámů a latí, střešní krytina je z tašek. Střecha je vyobrazena na obrázku č. 6.

FVE představuje přídatné zatížení přibližně 15 kg/m<sup>2</sup>. Vychází se z předpokladu, že střechy jsou ve vyhovujícím stavu a že dodatečné zatížení vyvolané instalací FVE snesou. Místním šetřením se střechy jeví jako vyhovující pro umístění FVE s přímým kotvením střešní konstrukce pomocí určených systémových úchytů.

**Posouzení únosnosti jednotlivých objektů pro instalaci FVE je nutné ověřit statickým výpočtem únosnosti střechy pro dodatečnou instalaci FVE zpracovanou oprávněnou osobou.**

V případě instalace FVE systémů na střechy je nutné zajistit statické posouzení únosnosti střech



Obr. č. 6 Budova depozitáře v Robousích – střecha

#### 4.4 Vyvedení výkonu do vnitřní sítě

Vyvedení výkonu z navržené FVE je předpokládáno do stávajících elektro rozvaděčů jednotlivých objektů.

V rámci instalace FV systému bude nutné zajistit instalaci měření vyrobené energie z FVE. Data z těchto měření by měla být archivována a případně předložena během možné kontroly. Měření elektrické energie bude prováděno jednak v místě připojení FVE do rozvodů v objektu (elektroměr měření FVE), jednak v místě připojení rozvodů v objektu do distribuční sítě (elektroměr měření distribuční sítě).

Základním prvkem FV systému budou fotovoltaické panely, které přeměňují dopadající sluneční záření na stejnosměrný elektrický proud, který bude přiváděn na vstup měničů. Měniče přeměňují vstupní DC proud obvodu na výstupní silovou třífázovou AC soustavu, která bude přes rozváděč RP-FVE napojena do hlavního rozváděče budovy.

#### **4.5 Měření vyrobené elektrické energie**

Vzhledem k velikosti FVE a k výkonu měničů bude měření přímé v rozvaděči RP-FVE.

#### **4.6 Flikr**

U fotovoltaického zařízení připojeného přes měniče se nepředpokládá výraznější příspěvek k úrovni flikru.

#### **4.7 Meze harmonických proudů**

Předpokládané typy měničů musí splňovat požadavky ČSN EN 61000-3-12 ed. 2 – Meze harmonických proudů. Před uvedením do provozu bude nutné provést kontrolní měření kvality elektřiny, které ověří harmonické zkreslení napětí v předacím místě. Pro harmonické řády přesahující povolené meze bude zapotřebí snížení velikosti harmonických proudů přídatnou filtrací.

#### **4.8 Rozpadové místo**

Rozpadové místo by mělo být v rozvaděči RP-FVE. Pro odpojení FVE bude v RP-FVE instalován stykač. Při výpadku DS bude zajištěno odpojení FVE od sítě.

Obnova po ztrátě napětí v DS a nedojde-li k vybočení sledovaných veličin  $U$  a  $f$  po dobu 300s, mělo by být s gradientem nárůstu výkonu výroby maximálně 10%  $P_n/\text{min}$ .

#### **4.9 Sít'ová ochrana**

Sít'ová ochrana bude umístěna v rozvaděči RP-FVE, bude obsahovat ochrany na podpětí, přepětí, podfrekvenci, nadfrekvenci.

#### **4.10 Návrh požárně bezpečnostního řešení**

Požární zatížení celého systému FVE (nehořlavé panely + konstrukce + kabeláž) je uvažováno do 5 kg/m<sup>2</sup>.

Hlavní nouzové vypínací tlačítko FVE – TOTAL STOP/ CENTRAL STOP – by mělo být umístěno podle požadavků zpracovatele požárně bezpečnostního řešení, dosažitelné z úrovně terénu a v blízkosti objektu na kterém je FVE nainstalována.

V rámci FVE - TOTAL STOP/ CENTRAL STOP by mělo být zabezpečeno vypnutí fotovoltaických panelů na střeše objektu včetně střídavé části fotovoltaické elektrárny, kdy po aktivaci bude na panelech pouze malé napětí. U jednotlivých panelů navrhujeme instalovat Smart PV Optimizery 450W, které v případě požáru a nouzového vypnutí zajistí snížení napětí na panelu na 1V – za těchto podmínek je možné provedení požárního zásahu.

Přístup k FVE na střeše – ideální formou jsou žebříky nebo centrální schodiště (např. CHÚC) vedoucí až na úroveň střechy, lze tedy vést zásah a netřeba pak dodatečná montáž žebříků.

FVE nelze umístit v blízkosti požárně nebezpečných prostorů objektu např. světlíků, oken.

Střešní plášť s klasifikací Broof (t3). Střešní tašky, plechové krytiny, kačírek, atp. viz tabulka níže tuto klasifikaci vykazují.

ČSN 73 0810

## A.2 Klasifikace stavebních výrobků podle ČSN EN 13501-5+A1

**A.2.1** Výrobky (a/nebo materiály) pro střešní krytiny, u nichž lze podle rozhodnutí Komise 2000/553/ES bez zkoušení předpokládat, že splňují všechny požadavky na funkční charakteristiku chování při vnějším požáru, pokud jsou splněny všechny vnitrostátní předpisy pro navrhování a provádění staveb jsou uvedeny v tabulce A.10.

Tabulka A.10

Výrobek/materiál pro střešní krytiny	Specifické podmínky
Kamenné krytiny: přírodní břidlice, jiný přírodní kámen	Vyhovuje ustanovením rozhodnutí Komise 96/603/ES
Tašky kamenné, betonové, pálené, keramické střešní tašky nebo ocelové střešní desky	Vyhovuje ustanovením rozhodnutí Komise 96/603/ES Všechny vnější povrchové úpravy musí být anorganické nebo musí mít PCS $\leq 4,0 \text{ MJ/m}^2$ nebo hmotnost $\leq 200 \text{ g/m}^2$
Vláknocement – ploché a tvarované desky – šablony	Vyhovuje ustanovením rozhodnutí Komise 96/603/ES nebo má PCS $\leq 3,0 \text{ MJ/kg}$
Tvarované plechy: hliníkové, z hliníkové slitiny, měděné, z měděné slitiny, zinkové, ze zinkové slitiny, z oceli bez povrchové úpravy, z korozivzdorné oceli, z pozinkované oceli, z oceli s povrchovou úpravou nebo ze smaltované oceli	Tloušťka $\geq 0,4 \text{ mm}$ Všechny vnější povrchové úpravy musí být anorganické nebo musí mít PCS $\leq 4,0 \text{ MJ/m}^2$ nebo hmotnost $\leq 200 \text{ g/m}^2$
Ploché plechy: hliníkové, z hliníkové slitiny, měděné, z měděné slitiny, zinkové, ze zinkové slitiny, z oceli bez povrchové úpravy, z korozivzdorné oceli, z pozinkované oceli, z oceli s povrchovou úpravou nebo ze smaltované oceli	Tloušťka $\geq 0,4 \text{ mm}$ Všechny vnější povrchové úpravy musí být anorganické nebo musí mít PCS $\leq 4,0 \text{ MJ/m}^2$ nebo hmotnost $\leq 200 \text{ g/m}^2$
Výrobky, které jsou při běžném použití plně zakryty (anorganickými střešními materiály uvedenými vpravo)	Volně ložený štěrk o tloušťce nejméně 50 mm nebo hmotnosti $\geq 80 \text{ kg/m}^2$ (minimální velikost zrn 4 mm, maximální 32 mm) Pískocementový potěr o tloušťce nejméně 30 mm Prvky z umělého kamene nebo desky s minerálními vlákny o tloušťce nejméně 40 mm



**9.4.9** Nasávací zařízení nuceného větrání chráněných únikových cest (všech typů), jakož i větrací otvory a větrací průduchy se mají umístit tak, aby se zabránilo nasávání zplodin hoření. Odtok vzduchu z těchto zařízení musí vyústit vně objektu.

Do revize ČSN 73 0872 jsou stanoveny tyto zásady (zpřísnění vůči stávající ČSN 73 0872) pro umístění nasávacích otvorů pro nucené větrání chráněných únikových cest (všech typů):

- a) Při nasávání z fasády je požadováno, aby otvory, ze kterých může při požáru unikat kouř (např. požárně otevřené plochy), byly vzdáleny od nasávacího otvoru minimálně 3,0 m (vzdálenost nejbližších bodů otvorů). Pokud jsou však takovéto otvory výškově umístěny pod nasávacím otvorem (rozhodující je výška nejnižšího místa každého z otvorů), přičítá se k minimálnímu požadavku 3,0 m vodorovná vzdálenost odpovídající alespoň rozdílu výšek nejnižších míst obou otvorů (odpovídá úhlu 45°). Tato vodorovná vzdálenost nemusí být větší než 10 metrů. Pod nasávacím otvorem a v ploše fasády vymezené vzdáleností podle tohoto odstavce nesmí být požárně otevřené plochy umístěny (viz obrázek 9).
- b) V případě nasávání nad střešním pláštěm
  - b1) nesmí být střešní plášť požárně otevřenou plochou
  - b2) musí skladba střešního pláště vyhovovat klasifikaci B<sub>ROOF</sub>(t3)
  - b3) musí být nasávání umístěno minimálně 3,0 m od obvodové stěny objektu
  - b4) pod nasávacím místem (pod ukončením nasávacího potrubí) musí být povrch střešního pláště z nehořlavých materiálů (např. betonová dlažba na terčích, zásyp kačírskem apod.) a to do vzdálenosti 3,0 m od vlastního nasávacího místa (od ukončení potrubí)
  - b5) nasávací místo (ani nechráněné potrubí ani vlastní zařízení – ventilátor) nesmí být v požárně nebezpečném prostoru jiné technologie na střeše (např. náhradní zdroj elektrické energie), přičemž minimální vzdálenost ventilátoru či místa nasávání od jiné technologie musí být alespoň 3,0 m.

**POZNÁMKA** Tento článek je doplněním ČSN 73 0872 a stanovuje zásady, jak minimalizovat nebezpečí nasávání kouře pro nucené větrání chráněných únikových cest. Vhodné je navrhnout i směrovou orientaci nasávání.

Uložení kabelů by mělo být řešeno ve stávajících a nových trasách. Nejlépe do předstěny/truhlíku s požární odolností, resp. zasekat pod omítku alespoň 10 mm. Na střeše by měly být provedeny nové kabelové trasy například kovovými chráničkami. Kabely instalované na střeše by měly být v provedení třídy hořlavosti Bca-s1-d0. Ošetření prostupů kabelů by mělo být požárně dělícími konstrukcemi např. požárními ucpávkami.

V rámci instalace FVE nedochází k:

zásahům, které by negativně ovlivnili únikové cesty,

negativnímu ovlivnění v parametrech zařízení umožňující požární zásah.

V blízkosti měničů by měl být instalován hasící přístroj CO<sub>2</sub> s hasební schopností 55B.

V hodnoceném stavebním objektu by měly být viditelně i nadále označeny hlavní uzávěry a vypínače energií – voda, plyn, elektro, hlavní vypínač objektu dle zásad uvedených v ČSN EN ISO 7010.

Rovněž také by měly být označeny únikové východy, umístění přenosných hasicích přístrojů, pokud budou umístěny ve skříni či pod obkladem apod.

Měla by být také viditelně instalována informativní tabulka o existenci fotovoltaických panelů.

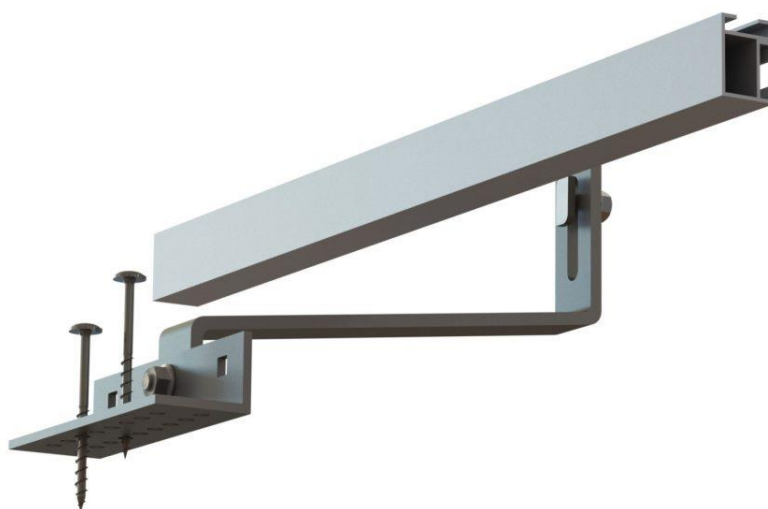
Pro instalaci FVE na objekty musí být vypracováno Požárně Bezpečnostní Řešení (PBR) autorizovanou osobou a vyplývající požadavky z tohoto PBR zapracovány do projektu pro stavební povolení.

#### 4.11 Konstrukce FVE

Pro instalaci fotovoltaických panelů na střeše je možné jako nejvhodnější řešení zvolit pevně kotvenou roznášecí konstrukci. Konstrukce je vyobrazena na následujícím obrázcích.



Obr. č. 7 vyobrazení navrženého uchycení roznášecí konstrukce na objektu



Obr. č. 8 Možné uchycení držáků roznášecí konstrukce do trámů na objektu



#### 4.12 Bleskosvod

Ochrana proti úderu blesku je provedena soustavou jímačů izolovaných od kovových částí FVE odstupovou vzdáleností. Jako jímače jsou použity stávající drátové jímače. Ty jsou rozmístěny tak, aby svým dosahem pokryly stávající řešení objektu. V případě dodatečné instalace FVE na střechy objektů je nutné nechat vypracovat výpočet rizika a posoudit nutnost úpravy bleskosvodu.

Jímače by měly být vzájemně propojeny zemnicí páskou. K této pásce by neměly být připojeny žádné kovové konstrukce ani jiné části elektrických obvodů či uzemnění. Montáž musí být provedena dle souboru norem ČSN EN 62 305.

Uložení panelů je navrženo s ohledem na stávající vedení hromosvodů a na předpokládané požární bezpečnostní řešení objektu.

Před dokončením instalace FVE bude nutné provést revizi hromosvodů.

Systém ochrany FVE před bleskem a přepětím

Proti nežádoucím účinkům blesku, by měly být v systému instalovány svodiče přepětí a svodiče bleskových proudů. Konstrukce, fot. panely a kabelové svody/žlaby musí být umístěny v ochranném prostoru vnější jímací soustavy budovy, z důvodu zabránění přímého úderu blesku. Je třeba dodržet dostatečnou vzdálenost "s" dle ČSN 62 305 ed.2. mezi jímací soustavou a všemi kovovými díly.

#### 4.13 Bateriové úložiště

V případě instalace bateriového úložiště je nutné se řídit pokyny dle pravidel pro žadatele a příjemce podpory v Operačním programu Životní prostředí pro období 2021-2027 (OPŽP):

- 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:
  - o NiCd baterie min. 75 % celkově a 99 % pro Cd;
  - o 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.

Jsou navrženy bateriové úložiště s technologií baterii Lithium-železo fosfát (LiFePO<sub>4</sub>) Tyto vysokonapěťové baterie musí být kompatibilní s třífázovými střídači.

Způsob řízení baterie je závislý na konkrétním typu střídače. Základní požadavek na funkčnost baterie je využití veškerých přebytků k akumulaci elektrické energie do bateriového uložení a v případě nedostatečné výroby z FVE využít elektrickou energii z baterii k pokrytí spotřeby elektrické energie až do obsluhou nastavené % hodnoty kapacity baterie. Pokud je baterie pod úrovní nastavené % hodnoty, je objekt bez výpadkově opět napájen z distribuce.

#### **4.14 Jištění**

Před realizací FVE je nutné ověřit vhodnost stávajícího jištění. Vzhledem k výkonu měničů se stávající jištění jeví jako vyhovující.

## 5. PRÁVNÍ A LEGISLATIVNÍ ÚSKALÍ

FV systémy s celkovým instalovaným výkonem nad 10 kWp musí disponovat licenci výrobce elektřiny z OZE. Žadatelem o licenci může být fyzická nebo právnická osoba. Obecnými předpoklady jsou:

- dosažení 18 let
- svéprávnost
- bezúhonnost
- odborná způsobilost žadatele o udělení licence

Výrobce musí splnit též technické předpoklady, kterými se rozumí osvědčení o bezpečnosti v rozsahu a za podmínek stanovených právními a ostatními předpisy k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a v souladu s technickou dokumentací. Tuto skutečnost prokáže výchozí revizí energetické zařízení případně pravidelnou nebo provozní revizí u staršího zařízení. Doklad osvědčující bezpečnost energetického zařízení je možné nahradit znaleckým posudkem osvědčujícím bezpečnost energetického zařízení.

Mezi další povinnosti výrobce patří zažádat o připojení k distribuční (přenosové) síti. Žádost se tedy podává u provozovatele distribuční sítě.

Seznam potřebných dokumentů dle ERÚ:

- Formulář žádost o licenci.
- Doklad o přiděleném IČ (výpis z obchodního rejstříku nebo výpis z živnostenského či obdobného rejstříku) nebo žádost o přidělení/evidenci IČ.
- Formulář údaje pro informace z Rejstříku trestů (nedokládá-li výpis s rejstříku žadatel).
- Je-li žadatelem právnická osoba, anebo pokud fyzická osoba (žadatel) nesplňuje odbornou způsobilost, doloží formulář ustanovení odpovědného zástupce a jeho prohlášení (podpis na prohlášení musí být úředně ověřen).
- Odborná způsobilost žadatele nebo odpovědného zástupce – vzdělání technického směru (VŠ nebo SŠ s maturitou nebo vyučení v oboru), praxe v oboru (VŠ nejméně 3 roky, SŠ nejméně 6 roků, vyučení nejméně 3 roky) nebo osvědčení o rekvalifikaci k provozování malých energetických zdrojů nebo obdobné osvědčení vydané v jiném státě. (Pro instalovaný výkon výroby elektřiny z OZE do 20 kW včetně se nedokládá.)
- Formulář „Seznam jednotlivých provozoven“ pro výrobu elektřiny.
- Vlastnictví stavební části energetického zařízení, tj. výpis z katastru nemovitostí, kupní nebo jiná smlouva apod., vše za předpokladu, že energetické zařízení stavební část obsahuje (např. fotovoltaická elektrárna zpravidla stavební část neobsahuje, malá vodní elektrárna stavební část zpravidla obsahuje – vtokový objekt, strojovna MVE apod.).
- Vlastnictví zařízení (technologické části energetického zařízení), kupní nebo jiná smlouva apod.
- Katastrální mapa ve vhodném měřítku s vyznačením umístění provozovny.

- 
- Souhlas spoluvlastníků s podnikáním v případě spoluvlastnictví – originál nebo ověřená kopie.
  - V případě užívacího práva (nájemní vztah, výpůjčka, výprosa, jiný užívací titul) souhlas vlastníka energetického zařízení s jeho užíváním pro účely licencované činnosti po dobu, na kterou má být licence udělena, v případě pochybností na dobu neurčitou. Na vyžádání ERÚ dokládá žadatel i vlastnické právo vlastníka.
  - Prokázání technických předpokladů – souhrn jednotlivých možných požadovaných dokumentů uveden v metodickém návodu.

## 6. ZÁVĚR

Na základě provedení studie byly sestaveny souhrnné tabulky pro návrh instalace fotovoltaického systému na střeše objektu. V následujících tabulkách je provedeno shrnutí varianty z pohledu výše investičních nákladů, instalovaného výkonu a z výše dosažené úspory provozních nákladů.

Studie FVE								
využití plochy	Výkon panelů	Počet panelů	Celkový výkon panelů	Celkové investiční náklady	Návratnost bez dotace	Výše dotace (podpory) 35%	Vlastní investice 65%	Návratnost s dotací
	Wp	ks	kWp	tis. Kč	let	tis. Kč	tis. Kč	let
Maximální	450	68	30,60	1 071,0	10,1	374,9	696,2	6,5
Optimální	450	18	8,10	371,0	7,2	129,8	241,1	4,7

Tab. č. 20 – Shrnutí výsledků studie

Studie FVE							
využití plochy	Stávající spotřeba	Výroba po odečtení ztrát	Úspora elektrické energie	Úspora provozních nákladů	Přetok do sítě	Odběr ze sítě – návrh	Úspora emisí CO <sub>2</sub> EE
	MWh/rok	MWh	MWh	tis. Kč/rok	MWh	MWh	t/rok
Maximální	24,5	25,2	13,6	106,31	11,6	10,9	11,699
Optimální	24,5	6,7	6,6	51,40	0,1	17,9	5,656

Tab. č. 21 – Shrnutí výsledků studie

### 6.1 Přehled rizik, doporučení a poznatků důležitých pro realizaci doporučeného návrhu

#### Výhody opatření:

- Úspora nákladů na elektrickou energii.
- Efektivní využití volných ploch.
- Optimální sklon panelů umožňuje nejen nejrychlejší návratnost investice, ale i dobré samočisticí schopnosti.
- FVE je zcela bezemisní zdroj elektrické energie.

Nevýhody opatření:

- Nutnost zahrnutí instalace do elektrických a požárních revizí.
- Rozdělení do více ploch způsobí rostoucí náklady na realizaci.

Rizika a nejistoty opatření:

- Návratnost investice je závislá na ceně elektrické energie.
- Rozložení instalace musí být v souladu s požárně bezpečnostním řešením a statického výpočtu únosnosti střech objektů, které může výrazně omezit plochy vhodné k instalaci fotovoltaické elektrárny a tím i jejího výkonu.
- Výroba elektrické energie je závislá na aktuálním počasí.

**6.2 Doporučení energetického specialisty k realizaci posuzovaného opatření**

Konečné rozhodnutí o vložení finančních prostředků do projektu závisí na investorovi a na jeho motivaci ekonomické, nebo i mimo-ekonomické.

Z hlediska úspory energií, emisí a úspory provozních nákladů doporučuji projekt realizovat ve výše navrženém rozsahu s případným využitím dotační podpory.