



Energeticko – vodárenský inovační klastr



15. SOŠ a SOU TECHNICKÉ, SPORTOVNÍ 322, 538 43 TŘEMOŠNICE

Energetická studie proveditelnosti instalace střešní fotovoltaické elektrárny
včetně akumulace elektrické energie

Aktualizace 04/2022



Vážený zástupče Pardubického kraje,

Vážíme si Vaší důvěry v zadání energetické studie proveditelnosti instalace střešní fotovoltaické elektrárny včetně akumulace elektrické energie.

Na základě smlouvy o dílo č. VZ/OM/54/21 a získaných informací jsme si dovolili vytvořit pro Vás tuto verzi řešení v rámci energetické studie proveditelnosti instalace fotovoltaické elektrárny a systému akumulace elektrické energie zohledňující maximalizaci míry soběstačnosti a návratnosti systému.

Množství faktorů ovlivňujících dokonalé nastavení parametrů hybridního systému předpokládá vypracování takové studie předtím, než bude vytvořen navazující stupeň projektové dokumentace ze strany autorizované společnosti.

Pokud se rozhodnete pro pořízení navrhovaného systému, bude nutné v dalším stupni projektové dokumentace zpřesnit technické parametry včetně cenové kalkulace, statického posouzení jednotlivých objektů a vyjádření všech dotčených orgánů včetně Hasičského záchranného sboru.

V případě jakýchkoliv dotazů se na nás neváhejte obrátit.

S úctou,
Milan Turena
Energeticko - vodárenský inovační klastr z.s.

Tel.: +420 601 555 266
Email: turena@ewic.cz

www.ewic.cz



1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE A MANAGERSKÉ SHRNUÍ

a. IDENTIFIKACE STAVBY

Adresa:
Sportovní 322,
538 43 Třemošnice

b. INVESTOR

Krajský úřad Pardubického kraj
Komenského nám. 125,
532 11 Pardubice

c. GPS SOUŘADNICE

49.8676917N, 15.5732356E

d. CHARAKTER POUŽÍVÁNÍ

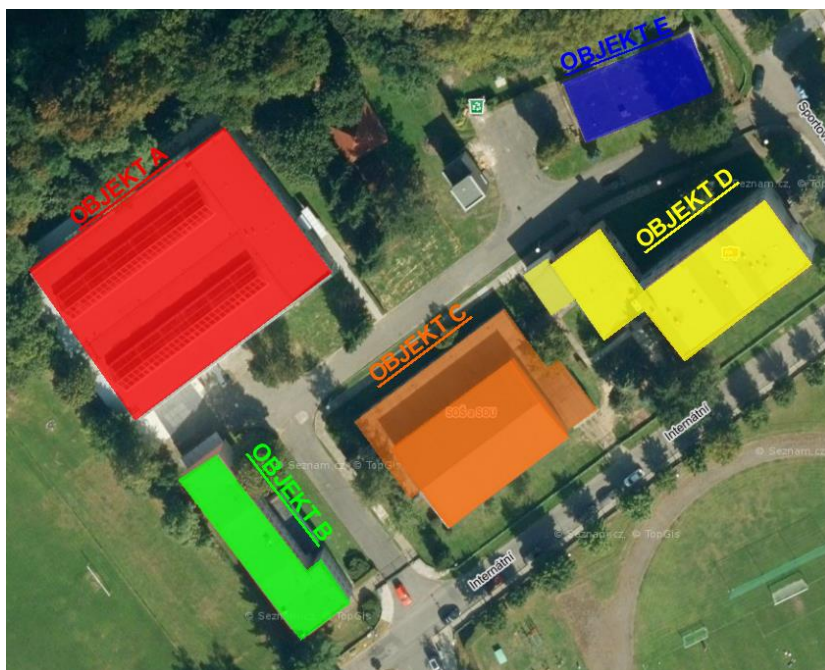
Odborná škola a učiliště – škola

e. CHARAKTER ODBĚRU

Spotřeba objekt: 137,342 MWh

f. DALŠÍ ÚDAJE O OBJEKTU

g. UMÍSTĚNÍ FVE



OBJEKT A – dílna

OBJEKT B – škola

OBJEKT C – tělocvična

OBJEKT D – kotelna + internát

OBJEKT E – školní jídelna – nevhodné umístění FV panelů – nízký, zastíněný objekt



ENERGETICKÁ STUDIE PROVEDITELNOSTI FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

MANAGERSKÉ SHRNUTÍ	
OBJEKTY :	VHODNÁ INSTALACE V OBJEKTECH :
OBJEKT A	ANO
OBJEKT B	ANO
OBJEKT C	ANO
OBJEKT D	ANO
OBJEKT E	NE – stínící prvky, nízký objekt zastíněný vzrostlou zelení
VÝSLEDNÉ PARAMETRY NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ :	
Celkový instalovaný výkon (kWp)	253,8 kWp
Celková roční výroba (MWh)	256,834 MWh
Celková akumulace (kWh)	108,93 kWh
Celková úspora CO ₂ (t/rok)	131,76 t
Snížení provozních nákladů na EE v %	82,19 %
Celková investice s DPH	11.176.288 Kč
Celková investice bez DPH	9.236.602Kč
NÁVRATNOST – PRŮMĚRNÝ SLUNEČNÍ SVIT inflace ceny el. energie 2,5 %	13,3 let
NÁVRATNOST – PRŮMĚRNÝ SLUNEČNÍ SVIT inflace ceny el. energie v 1 roce 30 % dále 2,5 %	11,2 let

POZN.:

Vzhledem k očekávaným cenám za elektrickou energii v roce 2022, je vypočítaná návratnost v 1 roce s nárůstem 30 % ceny el. energie. V dalších letech je počítáno se standardní inflací 2,5 % ceny el. energie. Návratnosti jsou uvedeny bez využití dotačních prostředků



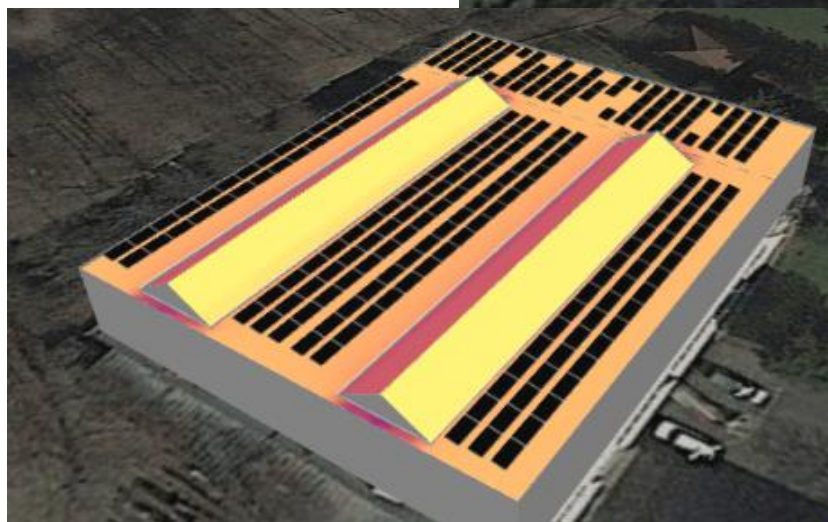
2. Umístění FV panelů na objektech

OBJEKT A - PŮDORYS





OBJEKT A – 3D





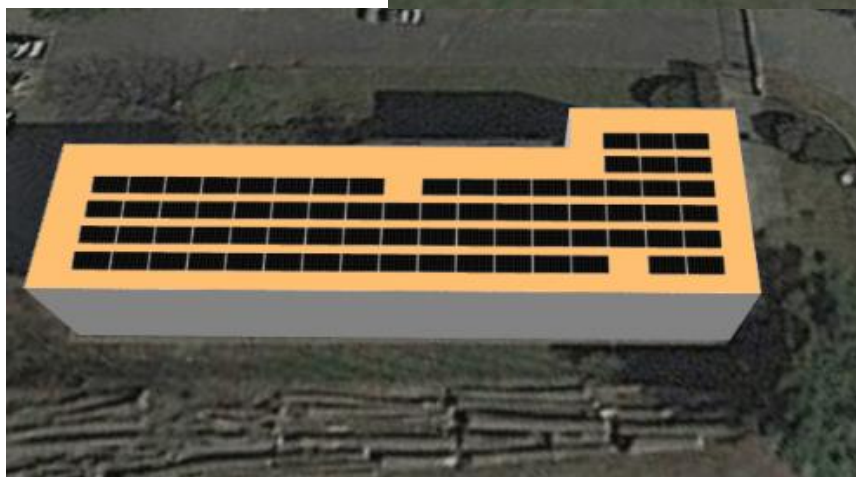
OBJEKT B - PŮDORYS

část objektu C





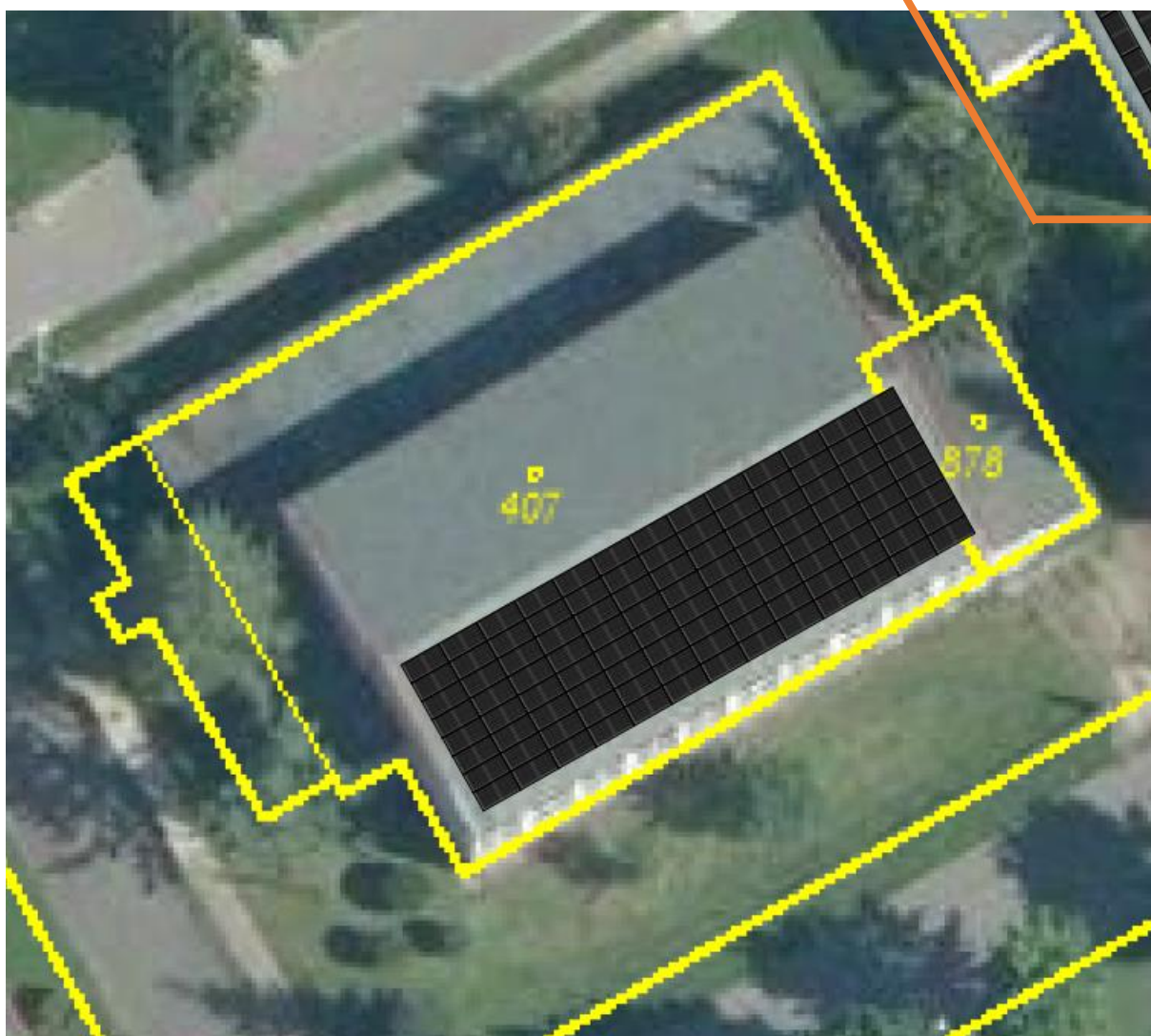
OBJEKT B – 3D MODEL





OBJEKT C - PŮDORYS

část objektu D

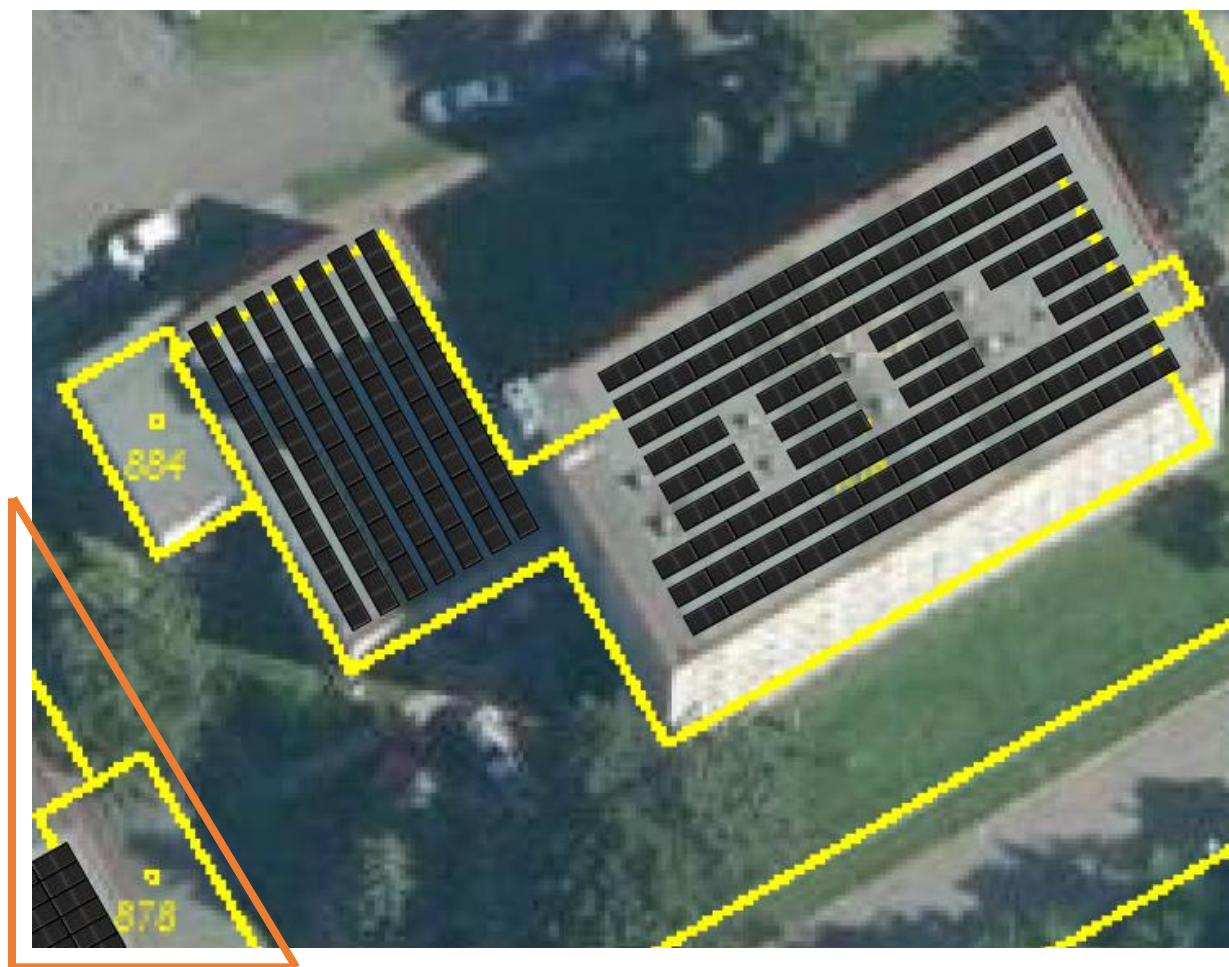




OBJEKT C – 3D MODEL



OBJEKT D - PŮDORYS

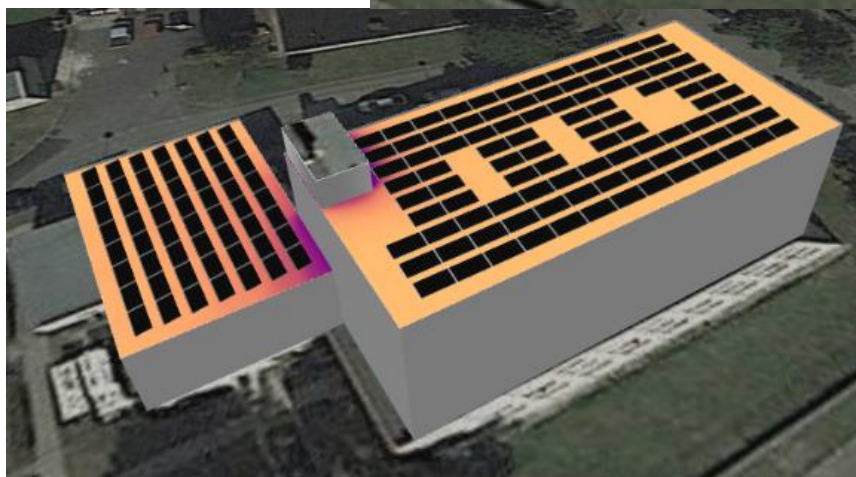
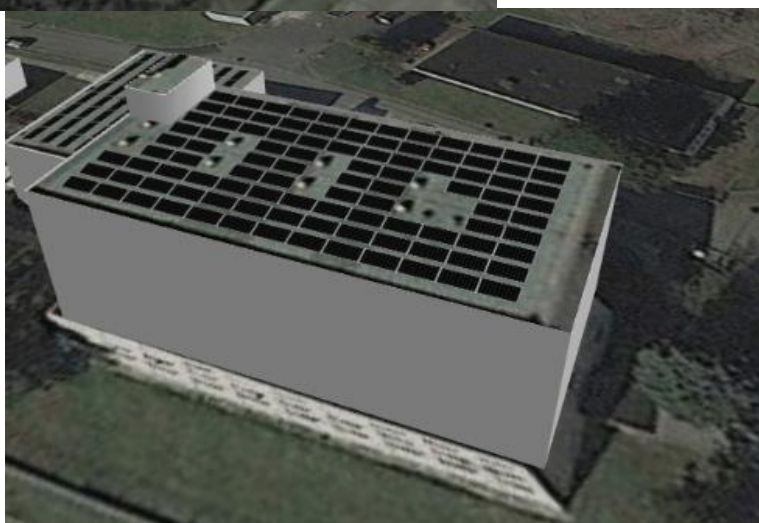
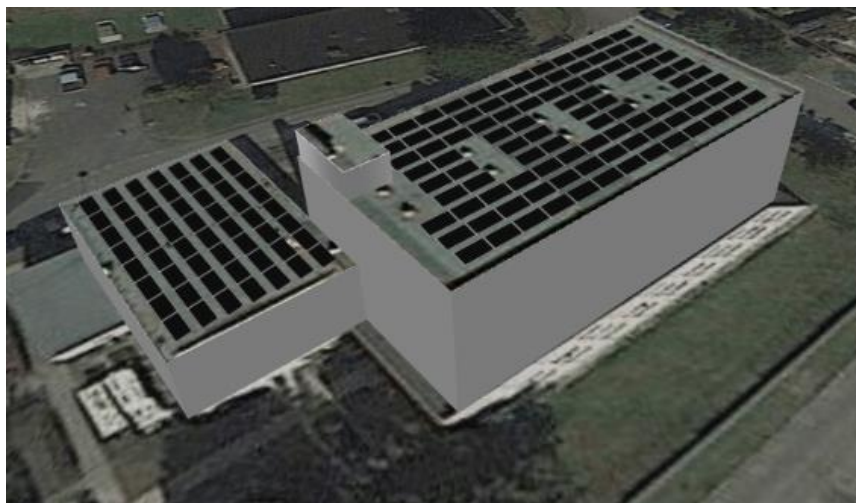


část objektu C





OBJEKT D – 3D MODEL





3. NÁVRH KONFIGURACE FVE

PARAMETRY STŘEŠNÍ FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

OBJEKT A

Orientace FVE	235 ks – JIH pootočení o 30^0 na VÝCHOD
Sklon FVE	10^0 dle samozátěžové konstrukce pro ploché střechy
Počet panelů	235 ks x 450 Wp = 104,40 kWp
Výkon FVE	104,40 kWp
Zatížení FV panelu na plochu	22kg/m^2 + samozátěžová konstrukce dle statického výpočtu v navazujícím stupni projektové dokumentace

OBJEKT B

Orientace FVE	72 ks – ZÁPAD pootočení o 30^0 na JIH
Sklon FVE	10^0 dle samozátěžové konstrukce pro ploché střechy
Počet panelů	72 ks x 450 Wp = 32,40 kWp
Výkon FVE	32,40 kWp
Zatížení FV panelu na plochu	22kg/m^2 + samozátěžová konstrukce dle statického výpočtu v navazujícím stupni projektové dokumentace

OBJEKT C

Orientace FVE	104 ks – JIH pootočení o 30^0 na VÝCHOD
Sklon FVE	10^0 dle samozátěžové konstrukce pro ploché střechy
Počet panelů	104 ks x 450 Wp = 46,80 kWp
Výkon FVE	46,80 kWp
Zatížení FV panelu na plochu	22kg/m^2 + samozátěžová konstrukce dle statického výpočtu v navazujícím stupni projektové dokumentace



3. NÁVRH KONFIGURACE FVE

OBJEKT D

Orientace FVE	100 ks – JIH pootočení o 30^0 na VÝCHOD 56 ks – ZÁPAD pootočení o 30^0 na JIH
Sklon FVE	10^0 dle samozátěžové konstrukce pro ploché střechy
Počet panelů	156 ks x 450 Wp = 70,20 kWp
Výkon FVE	70,20 kWp
Zatížení FV panelu na plochu	22kg/m ² + samozátěžová konstrukce dle statického výpočtu v navazujícím stupni projektové dokumentace

CELKOVÝ INSTALOVANÝ VÝKON = 253,80 kWp

Na základě vizuálního posouzení stavu střešní konstrukce v rámci zpracovávané studie proveditelnosti, především s ohledem na charakter a typ střešní konstrukce, v návaznosti na obecné předpoklady a zvyklosti při navrhování fotovoltaických elektráren nebyla shledána nutnost žádných zásadních stavebních či statických zásahů do střešních konstrukcí. Tento fakt je nutné potvrdit v navazujícím stupni projektové dokumentace převážně statické části.

Konkrétní trasy kabelového vedení budou řešeny v dalším stupni projektové dokumentace a budou odsouhlaseny s majitelem nemovitosti. Tato studie řeší prostorové umístění FV panelů na objektech z hlediska pevnosti a vizuálního stavu střešní plochy.

V dalším stupni projektové dokumentace je nutné zajištění požární bezpečnostního řešení stavby včetně stavebně-konstrukční části objektů a výpočtu statického posouzení střešní konstrukce a přetížení konstrukcí pro FV panely.

V dalším stupni je také nutné projednání s dotčenými orgány státní správy.



NAVRHOVANÁ TECHNOLOGIE

FOTOVOLTAICKÉ PANELE

- Navržený typ fotovoltaických panelů byl z důvodu dostupnosti a poměru ceny / výkon. K datu vypracování studie se jedná o nejdostupnější FV panely s maximálním výkonem – 450 Wp.
- Navržené FV panely od společnosti CanadianSolar mají zároveň vysoký energetický výtěžek i při nízkém ozáření a nízké hodnotě NOCT - teplota článků za nominálních provozních podmínek (Nominal Operating Cell Temperature), tj. intenzita záření 1000 W/m^2 , teplota okolí $20 \text{ }^\circ\text{C}$, rychlost větru 1 m/s , volný přístup vzduchu k zadní straně panelu.

INVERTOR

- Plně automatická certifikovaná funkce SafeDC technologie, která uvede systém do „bezpečného napěťového stavu“ v případě vypnutí střídače nebo AC strany.
- Automatické vypnutí v případě poškození izolace kabelu nebo teploty vyšší než $85 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Instalace bez speciálních nástrojů (vysokozdvizný vozík apod.)
- Integrovaná přepěťová ochrana.
- Budoucí výměna panelu bez problému a nutnosti měnit celý FV string.
- Monitoring na úrovni FV panelů a široká škála analytických možností – detailní grafy, reporty
- Umístění inverterů z důvodu krytí IP65 navrhujeme na střeše daného objektu či přilehlé stěně. Vhodné umístění je i do technické místnosti, kde musí být splněny parametry na sníženou prašnost, včetně prašnosti vodivých částí. Okolní teplota by měla být v rozmezí -10°C až $+55^\circ\text{C}$ a zároveň tato místnost musí být větratelná dle ČSN 73 0540-2. Pro další stupeň projektové dokumentace upozorňujeme že toto umístění je nutné stanovit na základě průřezů kabeláže, tak aby se bezdůvodně nezvyšovala síťová impedance střídavého vedení mezi systémem a stávajícími rozvaděči společné spotřeby. Stanovení průřezů kabeláže je dán v navazujícím stupni projektové dokumentace, kde by impedance neměla být vyšší než $0,5 \text{ Ohmu}$.
- V navazujícím stupni projektové dokumentace bude toto umístění schváleno provozovatelem a vlastníkem daného objektu.



SYSTÉM AKUMULACE ELEKTRICKÉ ENERGIE

- Česká výroba
- Samozhášecí systém bateriových modulů z pohledu požární bezpečnosti
- Modulární systém pro rozšíření zálohové části backup
- Samostatné řízení BMS, EMS
- Napojení na řídicí systém virtuálního operátora
- Navrhujeme umístění do technické místnosti daného objektu, kde musí být splněny parametry na sníženou prašnost, včetně prašnosti vodivých částí. Okolní teplota by měla být v rozmezí -10°C až $+55^{\circ}\text{C}$ a zároveň tato místnost musí být větratelná dle ČSN 73 0540-2. Umístění musí být mimo chráněnou nebo částečně chráněnou únikovou cestu a nemusí tvořit samostatný požární úsek, v těchto prostorech není trvalé pracovní místo. V navazujícím stupni projektové dokumentace upozorňujeme, že se toto umístění může změnit a bude stanoveno na základě průřezů kabeláže, tak aby se bezdůvodně nezvyšovala síťová impedance střídavého vedení mezi systémem a stávajícími rozvaděči společné spotřeby. Stanovení průřezů kabeláže je dán v navazujícím stupni projektové dokumentace, kde by impedance neměla být vyšší než 0,5 Ohmu.
- V navazujícím stupni projektové dokumentace bude toto umístění schváleno provozovatelem a vlastníkem daného objektu.



VÝPOČET ZATÍŽENÍ FV PANELŮ

ŠIKMÁ STŘECHA

Váha samostatného panelu : 24,3 kg

Rozměr FV panelů : 2108 mm x 1048 mm

Plocha FV panelu = $2108 \times 1048 \text{ mm} = 2209184 \text{ mm}^2 = 2,209184 \text{ m}^2$

Výpočet zatížení jednoho panelu : $24,3 \text{ kg} / 2,209184 \text{ m}^2 = 10,99 \text{ kg/m}^2$

Podkonstrukce (kabeláž, profil, hák) = max. 10 kg/m^2

Celkové zatížení = $20,99 \text{ kg/m}^2$

Ve studii proveditelnosti bylo uvažováno na šikmé střeše se zatížením 22 kg/m^2

PLOCHÁ STŘECHA

Váha samostatného panelu : 24,3 kg

Rozměr FV panelů : 2108 mm x 1048 mm

Plocha FV panelu = $2108 \times 1048 \text{ mm} = 2209184 \text{ mm}^2 = 2,209184 \text{ m}^2$

Výpočet zatížení jednoho panelu : $24,3 \text{ kg} / 2,209184 \text{ m}^2 = 10,99 \text{ kg/m}^2$

Podkonstrukce (kabeláž) = max. 10 kg/m^2

Celkové zatížení = $20,99 \text{ kg/m}^2$

Velikost zátěže bude stanovena v navazujícím stupni projektové dokumentace v části statické posouzení. Jedná se o návrh betonového přitížení konstrukce viz. 4.2. FVE PANELY - KOTVENÍ

Ve studii proveditelnosti bylo uvažováno na ploché střeše se zatížením 22 kg/m^2 + betonové přitížení, které bude určeno v navazujícím stupni projektové dokumentace – statické posouzení.

4. FVE PANELY

4.1. TYP FV PANELŮ : CANADIANSOLAR HIKU CS3W – 450 MS



HiKu

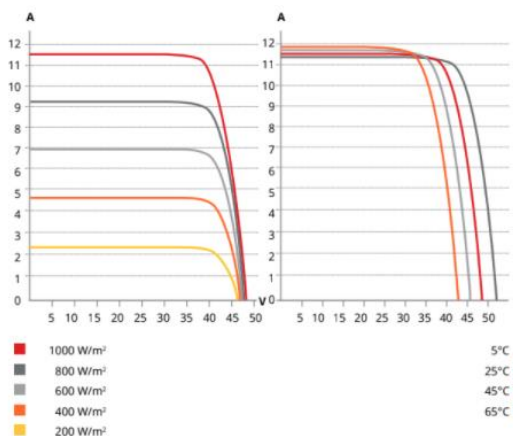
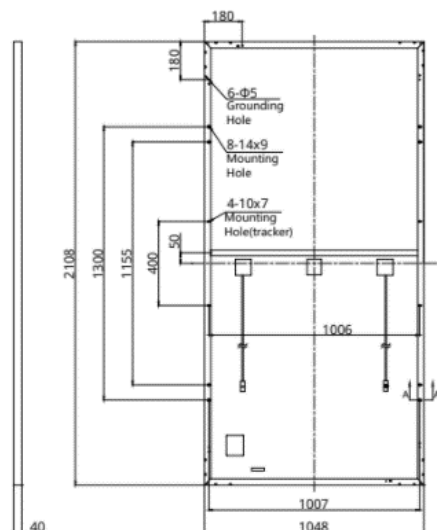
SUPER HIGH POWER MONO PERC MODULE



ZÁRUKA NA PANEL 15 LET

ŽIVOTNOST 30 LET

ZÁRUKA NA VÝKON 25 LET



MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE (Expected in December, 2019)

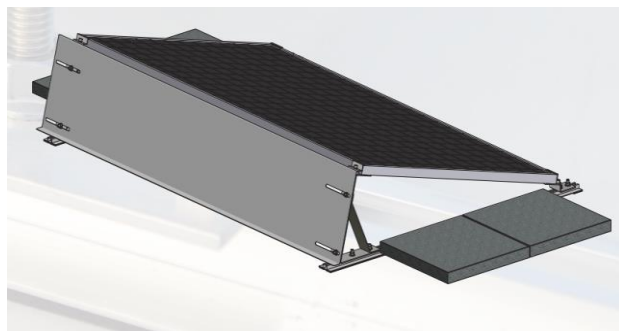
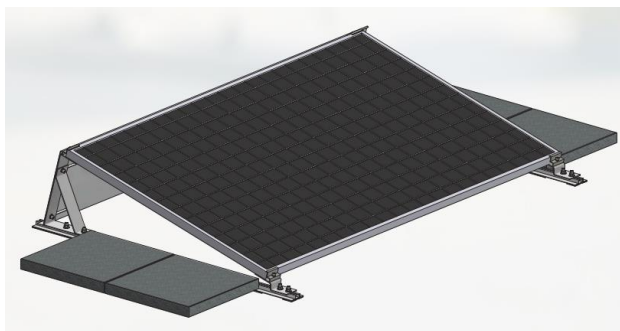


4.2. FVE PANELY – KOTVENÍ

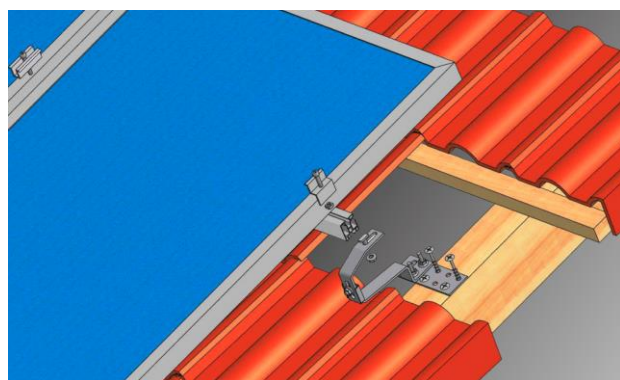
FVE panely jsou instalovány na typové konstrukci, která je určena pro šikmé a ploché střechy dle typu střešní krytiny. Vzhledem k typové konstrukci a technickému stavu střechy se nepředpokládá žádné konstrukční úpravy.

Příklady typových konstrukcí :

PLOCHÁ STŘECHA - samozátěžová konstrukce

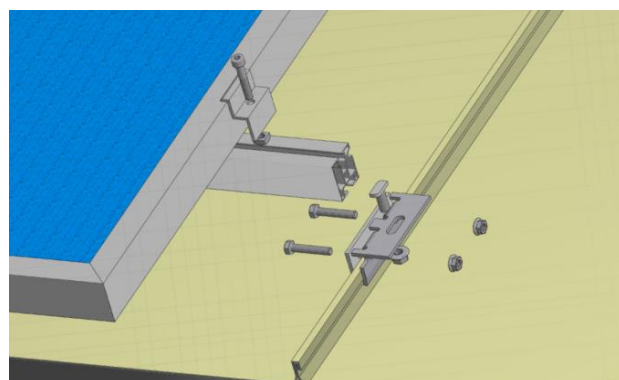


ŠIKMÁ STŘECHA – betonová taška

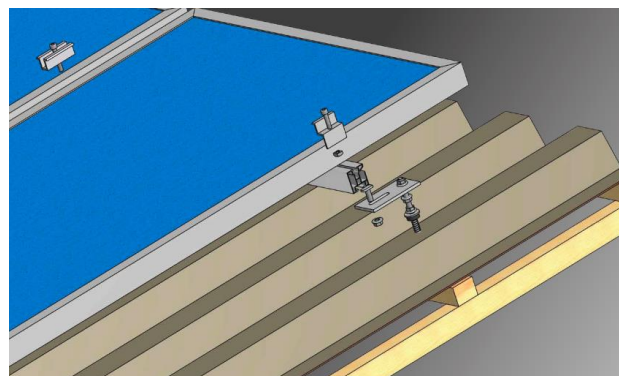
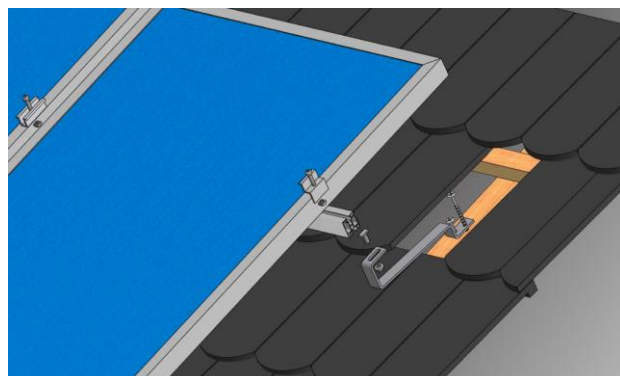


taška bobrovka

falcovaný plech



plechová krytina





5. NÁVRH KONFIGURACE INVERTORU

solaredge

4 x SOLAR EDGE SE55K

OBJEKT A
OBJEKT B
OBJEKT C
OBJEKT D

Délka (mm)	940
Šířka (mm)	945
Hloubka (mm)	260
Váha (kg)	138
Reference	SE55K-RW0P0BNY4
Záruka výrobce (funkčnost)	12 let
Topologie	beztransformátorová
Způsob připojení	třífázové
Vstup (DC)	_____
Max. vstupní výkon (W)	74 500 W
Jmenovité vstupní napětí	750 V
Max. vstupní proud	2x 40 A
Max. účinnost měniče	98.3 %
Jmenovitý výstupní výkon	55 000 W
Max.výstupní výkon (W)	74 500 W
Třída krytí	IP65

CE RoHS

Umístění inverterů navrhujeme do technické místnosti každého objektu , případně dle doporučení a splnění technických parametrů v navazující části projektové dokumentace viz. strana 15 - INVERTOR

6. NÁVRH KONFIGURACE SYSTÉMU AKUMULACE ELEKTRICKÉ ENERGIE



SYSTÉM AKUMULACE ELEKTRICKÉ ENERGIE

Typ systému	třífázový
Typ invertoru	hybridní
	asymetrický
Kapacita akumulace	108,93 kWh
Počet dobíjecích cyklů (80% DoD)	min. 6000 cyklů
Rozměry zařízení	budou určeny v navazujícím stupni PD dle dostupné modulové řady a prostorového uspořádání
Možnost regulace	ANO
Měření po fázích	ANO
Update nastavení dle počasí	ANO/NE
Komunikační protokol	ModBus TCP
Bezdrátový výstup	ANO/NE
Internetová konektivita	ANO/NE

CELKOVÁ KAPACITA SYSTÉMU 108,93 kWh
POŽADAVEK NA 40 % ZÁLOHY SPLNĚN

SYSTÉM MUSÍ SPLŇOVAT SOFTWARE VYBAVENÍ PRO BUDOUCÍ PŘIPOJENÍ VIRTUÁLNÍHO OPERÁTORA



Automatické změny
v řízení dle
předpovědi



Komunikační
protokol ModBus
TCP



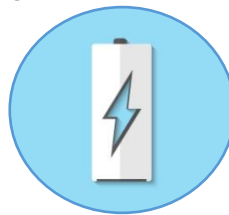
Kompaktní ALLinONE
systém



Nastavení priorit
spotřeby
regulovatelných
spotřebičů



Bez ohrožení
výpadky elektrické
energie



Životnost baterií
minimálně 16 let



Dostupná energie 24
hodin denně

Navrhujeme osazení 1 ks systému akumulace pro celý areál mezi objekty C a D.
Umístění dle doporučení a splnění technických parametrů v navazující části projektové dokumentace viz.
strana 16 – SYSTÉM AKUMULACE ELEKTRICKÉ ENERGIE
Rozměry akumulace nad 100 kWh budou určeny v navazujícím stupni projektové
dokumentace dle modulové řady a prostorového uspořádání.

7. VÝSLEDKY VÝPOČTŮ

PŘEHLED SYSTÉMU

 **564** FV panely

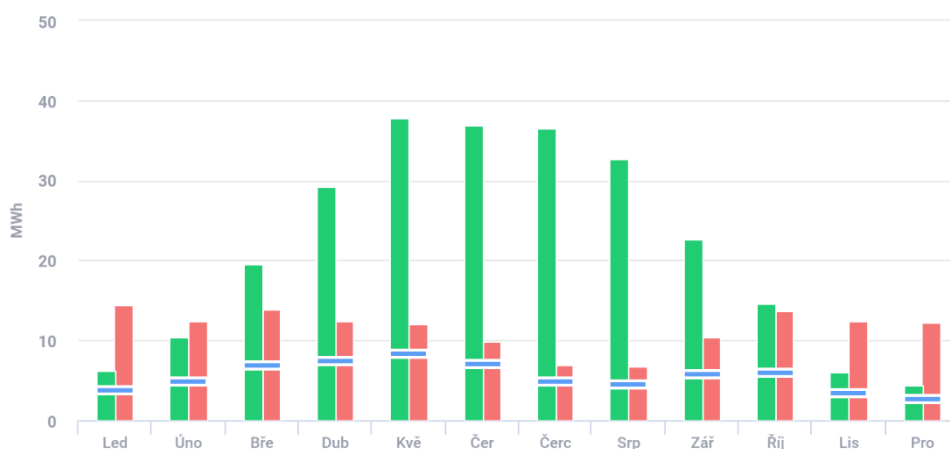
 **4** Měníče

 **283** Optimizéry

VÝSLEDKY SIMULACE



GRAF MESÍČNÍ VÝROBY A SPOTŘEBY



TABULKA MESÍČNÍ VÝROBY A SPOTŘEBY

Měsíc	Solární výroba (kWh)	Spotřeba (kWh)
Led	6 156	14 340
Úno	10 364	12 497
Bře	19 574	13 913
Dub	29 273	12 328
Kvě	37 832	12 090
Čer	36 907	9 844
Čerc	36 482	7 018
Srp	32 685	6 764
Zář	22 589	10 342
Řij	14 521	13 609
Lis	6 022	12 441
Pro	4 429	12 156



TABULKA POROVNÁNÍ SPOTŘEBY A VÝROBY Z FV ELEKTRÁRNY VČETNĚ ÚSPOR

měsíc	spotřeba kWh	spotřeba Kč	kWh/Kč	výroba FVE kWh	celková úspora kWh	úspora Kč
leden	14 340	43 307	3,020	6 156	6 156	18 591
únor	12 497	37 741		10 364	10 364	31 299
březen	13 913	42 017		19 574	13 913	42 017
duben	12 328	37 231		29 273	12 328	37 231
květen	12 090	36 512		37 832	12 090	36 512
červen	9 844	29 729		36 907	9 844	29 729
červenec	7 018	21 194		36 482	7 018	21 194
srpen	6 764	20 427		32 685	6 764	20 427
září	10 342	31 233		22 589	10 342	31 233
říjen	13 609	41 099		14 521	13 609	41 099
listopad	12 441	37 572		6 022	6 022	18 186
prosinec	12 156	36 711		4 429	4 429	13 376
SUMA	137 342	414 773		256 834	112 879	340 895
snížení provozních nákladů na el. energii o :			82,19 %			
Přetok elektrické energie do DS :			117 448 kWh			

8. INVESTIČNÍ ROZPOČET

INVESTIČNÍ POLOŽKY - ROZPOČET	Ceny bez DPH	Ceny s DPH 21%
Cena FVE 253,80 kWp včetně montáže	6.403.852 Kč	7.748.660 Kč
Ostatní montážní náklady	109.500 Kč	132.495 Kč
Systém akumulace elektrické energie včetně montáže a měřicího modulu (celková kapacita akumulace 108,93 kWh)	2.723.250 Kč	3.295.133 Kč
Celková investice s DPH	11.176.288 Kč	
Celková investice bez DPH	9.236.602 Kč	

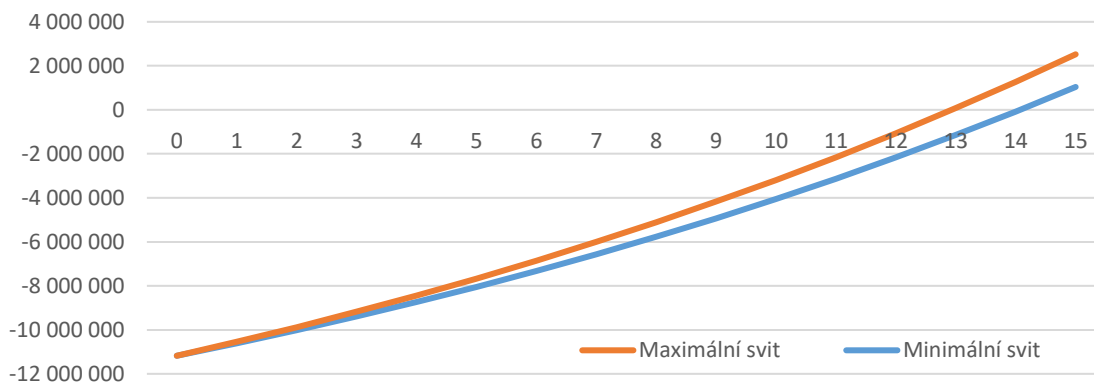
PROFESNÍ PŘEDPOKLADY MONTÁŽNÍ SPOLEČNOSTI :

- 1, certifikované osoby dle ČSN EN 15257
- 2, společnosti s oprávněním k distribuci, montáži a instalaci hybridního systému akumulace elektrické energie
- 3, certifikované osoby pro údržbu a provoz hybridního systému akumulace elektrické energie
- 4, certifikované osoby pro zajišťování instalací a servisu hybridního systému akumulace elektrické energie

9. POROVNÁNÍ INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ VZHLEDEM K NÁVRATNOSTI SYSTÉMU

Původní roční výdaje na provoz	CENY BEZ DPH	CENY S DPH 21%
Cena elektrické energie	(1MWh / 2.495,87 Kč)	3.020,00 Kč
Celkové původní výdaje na provoz společných prostor	342.787,47 Kč	414.772,84 Kč
Nové roční výdaje na provoz objektu		
Celková roční spotřeba elektrické energie	(1MWh / 2.495,87 Kč)	3.020,00 Kč
Celkové nové výdaje na provoz objektu (roční)	61.048,93 Kč	73.869,20 Kč
Minimální úspora výdajů na provoz objektu (roční)	281.738,55 Kč	340.903,64 Kč
Minimální úspora za přetok do DS : průměrná cena výkupu 1,8 Kč/kWh	174.715,75 Kč	211.406,06 Kč
Celková minimální úspora výdajů na provoz objektu (roční)	456.454,30 Kč	552.309,70 Kč
Porovnání maximálního a minimálního slunečního svitu		
Minimální úspora výdajů – výroba z FVE v 1 roce	456.454,30 Kč	552.309,70 Kč
Maximální úspora výdajů – výroba z FVE v 1 roce	511.990,77 Kč	619.508,83 Kč
Návratnost – minimální sluneční svit	20,2 let	
Návratnost – maximální sluneční svit	18,0 let	

10. GRAF NÁVRATNOSTI SYSTÉMU při započtení inflace



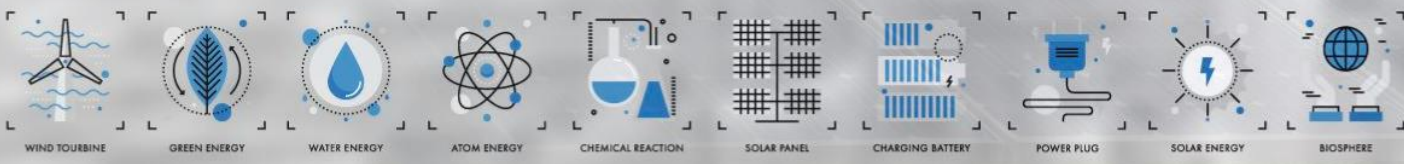
NÁVRATNOST – PRŮMĚRNÝ SLUNEČNÍ SVIT
inflace ceny el. energie 2,5 %

13,3 let

Uvedená návratnost systému je bez započtení dotačních prostředků.

Inflace ceny elektrické energie je počítána pouze 2,5 % ročně. Dle podmínek Energetického regulačního úřadu se pohybuje inflace ceny okolo 5 % ročně.

Veškeré výpočty návratností jsou stanoveny na nejnižších limitních parametrech z hlediska stávající ceny elektrické energie, inflace měny a inflace ceny elektrické energie s ohledem na průměrný sluneční svit.



Energeticko-vodárenský **inovační** klastr

Třída Míru 90

530 02 Pardubice

IČ: 053 65 376