



Energeticko – vodárenský inovační klastr



10. NEMOCNICE PARDUBICKÉHO KRAJE A.S. – PRACOVIŠTĚ ÚSTÍ NAD ORLICÍ,
ČS. ARMÁDY 1076, 562 18 ÚSTÍ NAD ORLICÍ

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:

Čs. Armády 1076,
562 01 Ústí nad Orlicí

b. INVESTOR

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

c. GPS SOUŘADNICE

49.9703864N, 16.4018364E

d. CHARAKTER POUŽÍVÁNÍ

Nemocnice

e. CHARAKTER ODBĚRU

Spotřeba objekt: 2 232,39 MWh

f. UMÍSTĚNÍ FVE





g. DALŠÍ ÚDAJE O OBJEKTU

OBJEKT A – Rehabilitace, Ambulance, Endoskopie

OBJEKT B – Psychologie, Dětská odborná ambulance, MR

OBJEKT C – Chirurgie lůžková, Gynekologie, COS, Urologie lůžková, Odb. ambulance

Střešní krytina : folie s měkkou nášlapnou vrstvou – nevhodné instalovat FVE

OBJEKT D - Neurologie

Střešní krytina : folie s měkkou nášlapnou vrstvou – nevhodné instalovat FVE

OBJEKT E – Interna, Interna JIP

Střešní krytina : folie s měkkou nášlapnou vrstvou – nevhodné instalovat FVE

OBJEKT F – Dětské oddělení

Střešní krytina : folie s měkkou nášlapnou vrstvou – nevhodné instalovat FVE

OBJEKT G – OKBD – Biochemie, Dialýza, Onkologie amb., MTZ

Střešní krytina : folie s měkkou nášlapnou vrstvou – nevhodné instalovat FVE

OBJEKT H – ARO, Porodnice, CS, ORL, HTO, RDG

Střešní krytina : folie s měkkou nášlapnou vrstvou – nevhodné instalovat FVE

OBJEKT CH - Ředitelství

Střešní krytina : folie a kačirkový zásyp – nevhodné z důvodu přetížení instalovat FVE

OBJEKT I – Stravovací provoz

Objekt určen k demolici – nevhodné instalovat FVE

OBJEKT J – Údržba dílny

Objekt určen k demolici – nevhodné instalovat FVE

OBJEKT K - Lékárna

Střešní krytina : folie s měkkou nášlapnou vrstvou – nevhodné instalovat FVE

OBJEKT L – Sklad SZM, Ubytovna

Střešní krytina : folie s měkkou nášlapnou vrstvou – nevhodné instalovat FVE



ENERGETICKÁ STUDIE PROVEDITELNOSTI FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

MANAGERSKÉ SHRNUÍ	
OBJEKTY :	VHODNÁ INSTALACE V OBJEKTECH :
OBJEKT A	ANO
OBJEKT B	ANO
OBJEKT C	NE – krytina folie s měkkou nášlapnou vrstvou
OBJEKT D	NE – krytina folie s měkkou nášlapnou vrstvou
OBJEKT E	NE – krytina folie s měkkou nášlapnou vrstvou
OBJEKT F	NE – krytina folie s měkkou nášlapnou vrstvou
OBJEKT G	NE – krytina folie s měkkou nášlapnou vrstvou
OBJEKT H	NE – krytina folie s měkkou nášlapnou vrstvou
OBJEKT CH	NE – krytina folie s kačírkovým zásypem – nevhodné přetížení
OBJEKT I	NE – objekt určen k demolici
OBJEKT J	NE – objekt určen k demolici
OBJEKT K	NE – krytina folie s měkkou nášlapnou vrstvou
OBJEKT L	NE – krytina folie s měkkou nášlapnou vrstvou
VÝSLEDNÉ PARAMETRY NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ :	
Celkový instalovaný výkon (kWp)	29,70 kWp
Celková roční výroba (MWh)	28,95 MWh
Celková akumulace (kWh)	14,4 kWh
Celková úspora CO ₂ (t/rok)	14,85 t
Snížení provozních nákladů na EE v %	1,30 %
Celková investice s DPH	1.400.999 Kč
Celková investice bez DPH	1.157.850 Kč
NÁVRATNOST – PRŮMĚRNÝ SLUNEČNÍ SVIT inflace ceny el. energie 2,5 %	8,8 let
NÁVRATNOST – PRŮMĚRNÝ SLUNEČNÍ SVIT inflace ceny el. energie v 1 roce 30 % dále 2,5 %	8,0 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

část objektu D



část objektu E

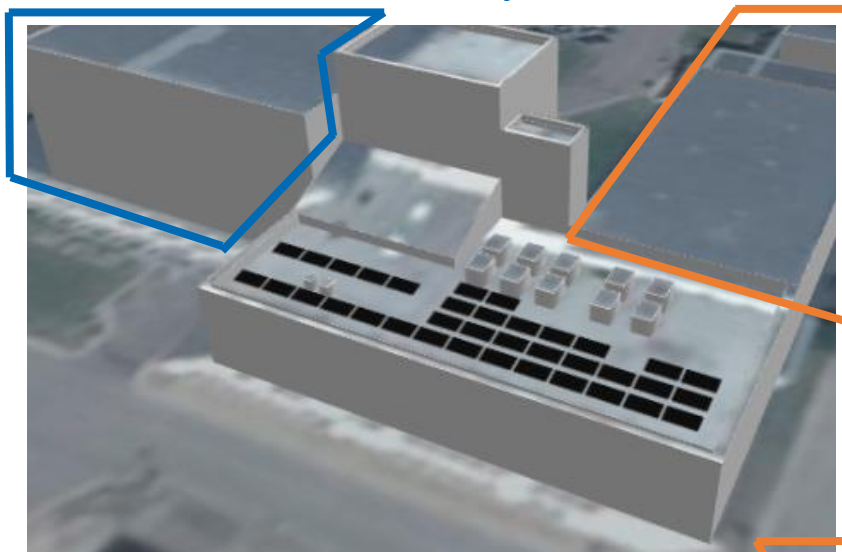




OBJEKT A – 3D MODEL

část objektu E

část objektu D

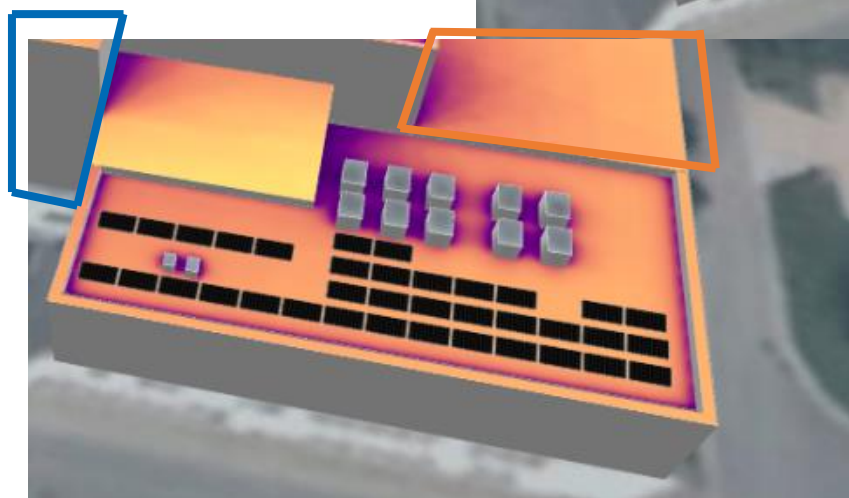


část objektu D

část objektu E



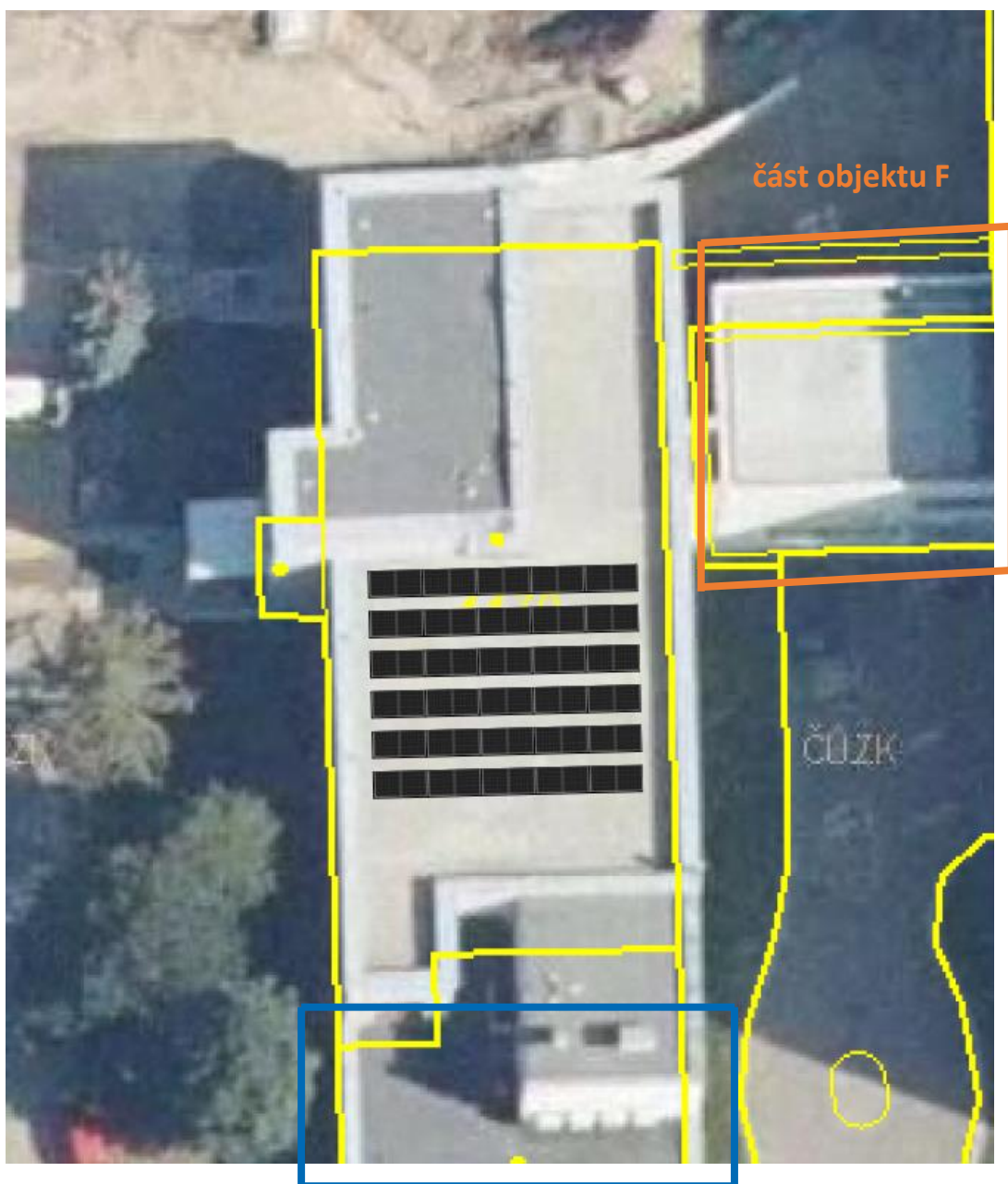
část objektu E



část objektu D



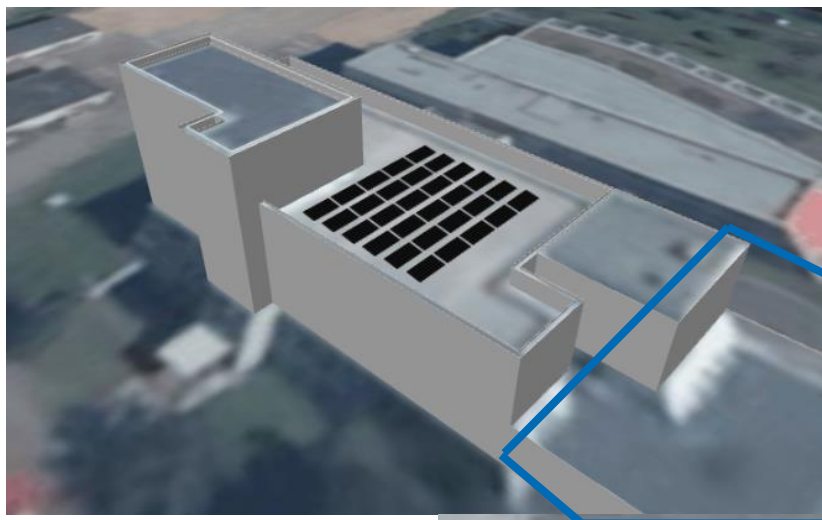
OBJEKT B - PŮDORYS



NEŘEŠENÁ ČÁST
objektu B



OBJEKT B – 3D MODEL



NEŘEŠENÁ ČÁST
objektu B



část objektu F



NEŘEŠENÁ ČÁST
objektu B



3. NÁVRH KONFIGURACE FVE

PARAMETRY STŘEŠNÍ FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

OBJEKT A

Orientace FVE	36 ks – JIH pootočení o 2° na VÝCHOD
Sklon FVE	10° dle samozátěžové konstrukce pro ploché střechy
Počet panelů	36 ks x 450 Wp = 16,20 kWp
Výkon FVE	16,20 kWp
Zatížení FV panelu na plochu	22kg/m ² + samozátěžová konstrukce dle statického výpočtu v navazujícím stupni projektové dokumentace

OBJEKT B

Orientace FVE	30 ks – JIH pootočení o 2° na VÝCHOD
Sklon FVE	10° dle samozátěžové konstrukce pro ploché střechy
Počet panelů	30 ks x 450 Wp = 13,50 kWp
Výkon FVE	13,50 kWp
Zatížení FV panelu na plochu	22kg/m ² + samozátěžová konstrukce dle statického výpočtu v navazujícím stupni projektové dokumentace

CELKOVÝ INSTALOVANÝ VÝKON = 29,70 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 požárně 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

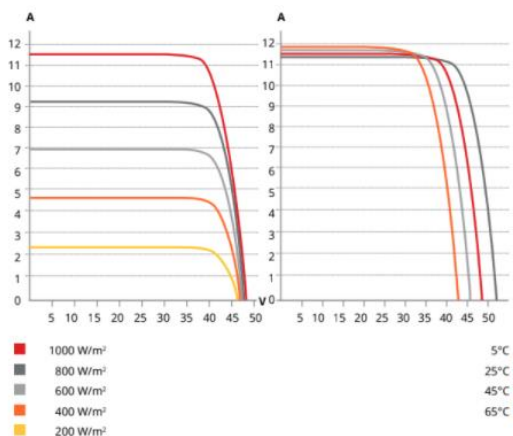
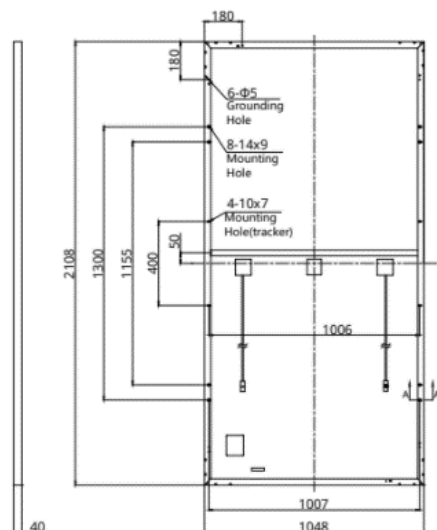
SUPER HIGH POWER MONO PERC MODULE



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)

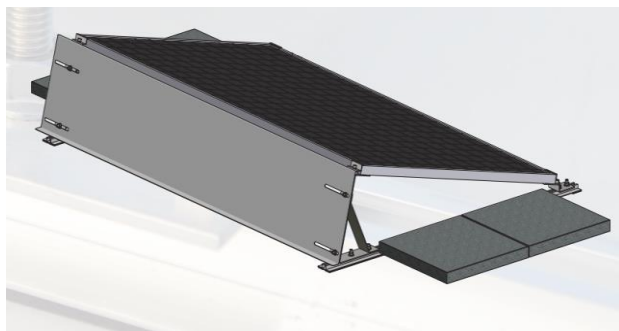
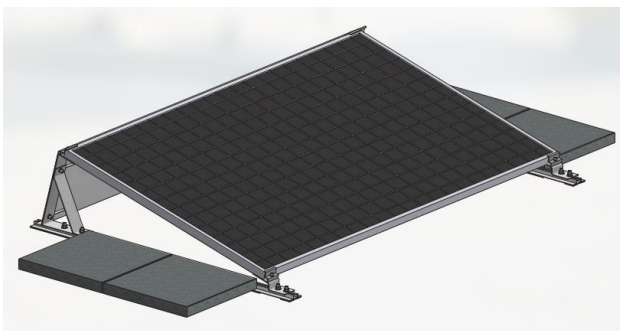


4.2. FVE PANELY – KOTVENÍ

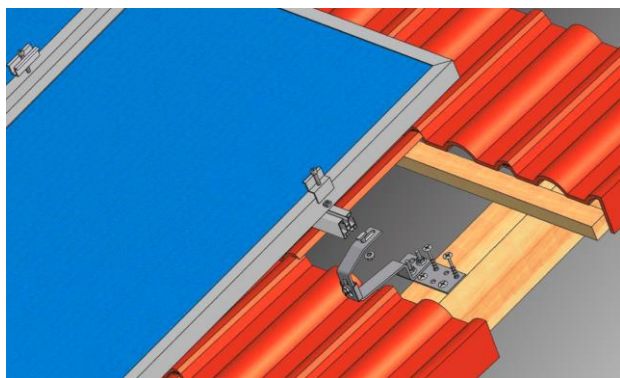
FVE panely jsou instalovány na typové konstrukci, která je určena pro šikmé a ploché střechy dle typu střešní krytiny. Vzhledem k typové konstrukci a technickému stavu střechy se nepředpokládá žádné konstrukční úpravy.

Příklady typových konstrukcí :

PLOCHÁ STŘECHA - samozátěžová konstrukce

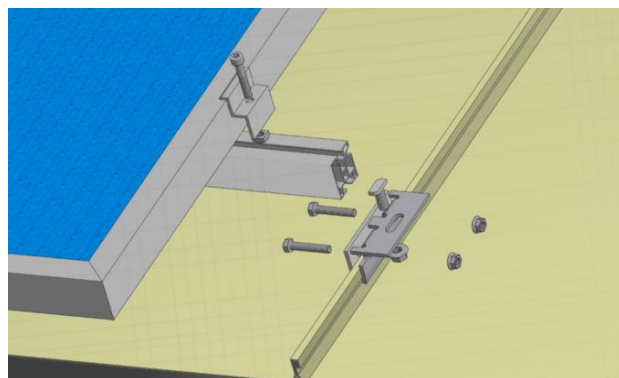


ŠIKMÁ STŘECHA – betonová taška

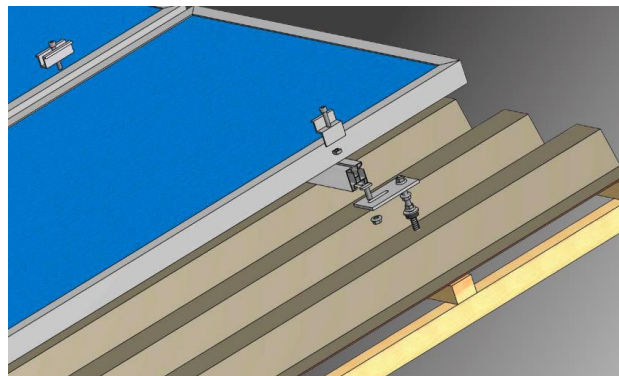
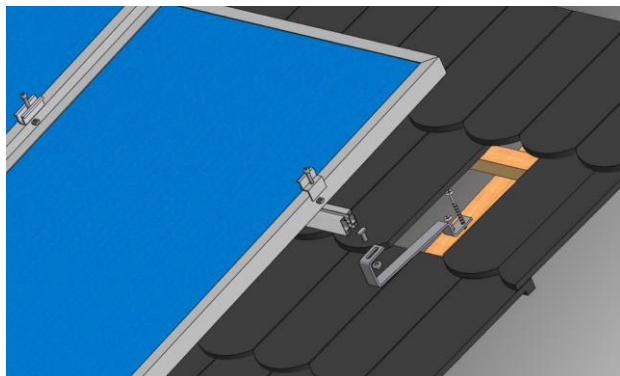


taška bobrovka

falcovaný plech



plechová krytina





5. NÁVRH KONFIGURACE INVERTORU

2 x SOLAR EDGE SE12,5K

OBJEKT A, B

solaredge

Délka (mm)	540
Šířka (mm)	315
Hloubka (mm)	260
Váha (kg)	33
Reference	SE12.5K-RW000BNN4
Záruka výrobce (funkčnost)	12 let
Topologie	beztransformátorová
Způsob připojení	třífázové
Vstup (DC)	_____
Max. vstupní výkon (W)	15 600 W
Max. vstupní napětí	900 V
Jmenovité vstupní napětí	750 V
Max. vstupní napětí	900 V
Max. vstupní proud	21.0 A
Počet MPP trackerů	optimizéry
Max. výstupní proud	20.0 A
Výstup (AC)	_____
Max. účinnost měniče	98%
Jmenovitý výstupní výkon (W)	12 500 W
Max.výstupní výkon (W)	15 600 W
Max. výstupní proud	20.0 A
Třída krytí	IP 65



CE RoHS

Umístění invertoru navrhujeme do technické místnosti daného objektu A a B, případně dle doporučení a splnění technických parametrů v navazující části projektové dokumentace viz. strana 11 - INVERTOR

Navržená akumulace objektu A viz strana 17. NÁVRH KONFIGURACE SYSTÉMU AKUMULACE ELEKTRICKÉ ENERGIE. Rozměr akumulace 600 x 600 x 1600 mm

6. NÁVRH KONFIGURACE SYSTÉMU AKUMULACE ELEKTRICKÉ ENERGIE

SYSTÉM AKUMULACE ELEKTRICKÉ ENERGIE



Typ systému	třífázový hybridní asymetrický
Typ invertoru	10 kW
Kapacita akumulace	14,4 kWh
Počet dobíjecích cyklů (80% DoD)	min. 6000 cyklů
Rozměry 1 x zařízení	600x550x1650mm (vč. koleček)
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 14,4 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



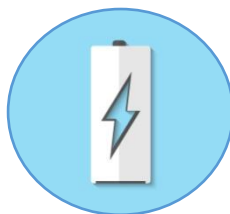
Kompaktní ALLinONE
systém



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 a to na FV elektrárnu objektu A.
Umístění do technické místnosti, případně dle doporučení a splnění technických parametrů v navazující
části projektové dokumentace viz.
strana 12 – SYSTÉM AKUMULACE ELEKTRICKÉ ENERGIE

7. VÝSLEDKY SIMULACE

PŘEHLED SYSTÉMU

 66 FV panely

 2 Měníče

 66 Optimizéry

VÝSLEDKY SIMULACE



Instalovaný DC Výkon

29,70 kWp



Max Dosažitelný AC Výkon

25,00 kW



Roční Výroba Energie

28,95 MWh



Úspora Emisí CO2

14,85 t



Ekvivalent Vysazených Stromů

682



Maximálně Dosažitelný DC Výkon

28,53 kW



DC/AC Naddimenzování

114 %



Maximální Aktivní AC Výkon

25,00 kW



Výkonový Poměr (Performance Ratio)

86 %



Index Výkonnosti

975 kWh/kWp

GRAF MESÍČNÍ VÝROBY A SPOTŘEBY



TABULKA MESÍČNÍ VÝROBY A SPOTŘEBY

Měsíc	Solární výroba (kWh)	Spotřeba (kWh)
Led	699	202 610
Úno	1 084	179 914
Bře	2 308	191 964
Dub	3 574	177 601
Kvě	4 119	184 323
Čer	4 051	181 175
Čerc	4 190	170 019
Srp	3 481	183 578
Zář	2 597	176 963
Řij	1 689	195 805
Lis	699	195 480
Pro	461	192 960



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	202 610	650 378	3,210	699	699	2 244
únor	179 914	577 524		1 084	1 084	3 480
březen	191 964	616 204		2 308	2 308	7 409
duben	177 601	570 099		3 574	3 574	11 473
květen	184 323	591 677		4 119	4 119	13 222
červen	181 175	581 572		4 051	4 051	13 004
červenec	170 019	545 761		4 190	4 190	13 450
srpen	183 578	589 285		3 481	3 481	11 174
září	176 963	568 051		2 597	2 597	8 336
říjen	195 805	628 534		1 689	1 689	5 422
listopad	195 480	627 491		699	699	2 244
prosinec	182 960	587 302		461	461	1 480
SUMA	2 222 392	7 133 878		28 952	28 952	92 936
snížení provozních nákladů na el. energii o :			1,30 %			
Přetok elektrické energie do DS :			0 kWh			

8. INVESTIČNÍ ROZPOČET

INVESTIČNÍ ROZPOČET - POLOŽKY	Ceny bez DPH	Ceny s DPH 21%
Cena FVE 29,70 kWp včetně montáže	757.350 Kč	916.394 Kč
Ostatní montážní náklady	39.500 Kč	47.795 Kč
Systém akumulace elektrické energie včetně montáže a měřicího modulu (celková kapacita akumulace 14,4 kWh)	361.000 Kč	436.810 Kč
Celková investice s DPH	1.400.999 Kč	
Celková investice bez DPH	1.157.850 Kč	

PROFESNÍ PŘEDPOKLADY MONTÁŽNÍ SPOLEČNOSTI :

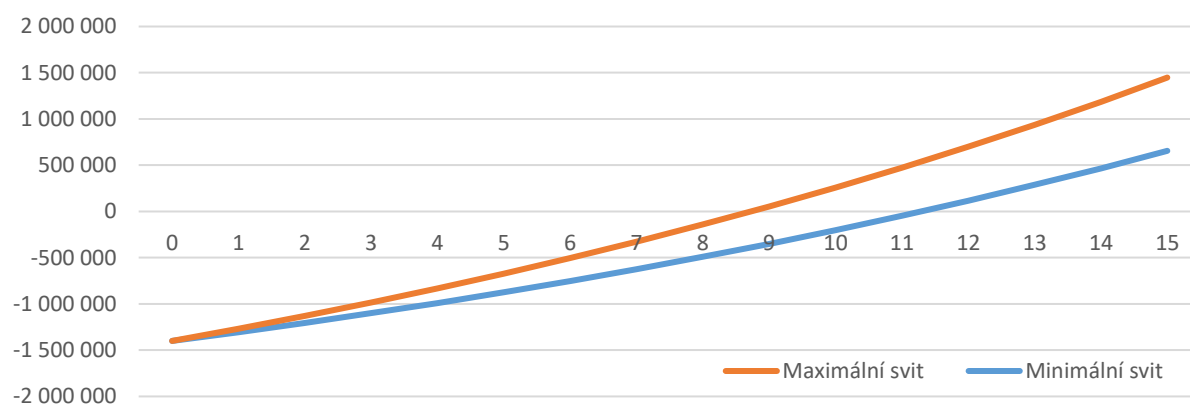
- 1, certifikované osoby dle ČSN EN 15257
- 2, společnosti s oprávněním k distribuci, montáži a instalaci hybridního systému akumulace elektrické energie
- 3, certifikované osoby pro údržbu a provoz hybridního systému akumulace elektrické energie
- 4, certifikované osoby pro zajišťování instalací a servisu 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 / 2.652,89 Kč)	3.210,00 Kč
Celkové původní výdaje na provoz společných prostor	5.895.767,21 Kč	7.133.878,32 Kč
Nové roční výdaje na provoz objektu		
Celková roční spotřeba elektrické energie	(1MWh / 2.652,89 Kč)	3.210,00 Kč
Celkové nové výdaje na provoz objektu (roční)	5.818.960,66 Kč	7.040.942,40 Kč
Minimální úspora výdajů na provoz objektu (roční)	76.806,55 Kč	92.935,92 Kč
Porovnání maximálního a minimálního slunečního svitu		
Minimální úspora výdajů – výroba z FVE v 1 roce	76.806,55 Kč	92.935,92 Kč
Maximální úspora výdajů – výroba z FVE v 1 roce	106.347,52 Kč	128.680,50 Kč
Návratnost – minimální sluneční svit	15,1 let	
Návratnost – maximální sluneční svit	10,9 let	

10. GRAF NÁVRATNOSTI SYSTÉMU při započtení inflace



NÁVRATNOST – PRŮMĚRNÝ SLUNEČNÍ SVIT

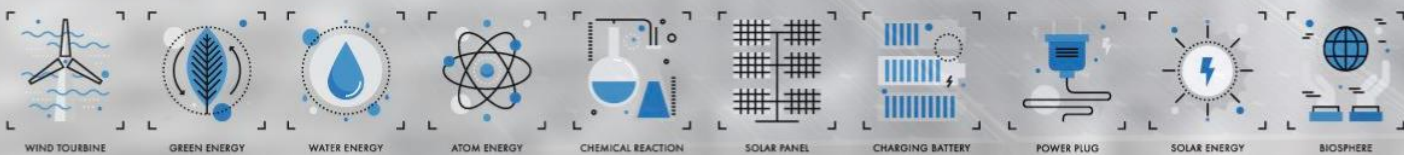
inlace ceny el. energie 2,5 %

8,8 let

Uvedená návratnost systému je bez započtení dotačních prostředků.

Inlace 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