



Energeticko – vodárenský inovační klastr



17. STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA CHEMICKÁ PARDUBICE, PODĚBRADSKÁ 94,
530 09, PARDUBICE

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:
Poděbradská 94,
530 09 Pardubice

b. INVESTOR

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

c. GPS SOUŘADNICE

50.0527706N, 15.7662750E

d. CHARAKTER POUŽÍVÁNÍ

Střední průmyslová škola

e. CHARAKTER ODBĚRU

Spotřeba objekt: 271,781 MWh

f. DALŠÍ ÚDAJE O OBJEKTU

OBJEKT A – škola

OBJEKT B – dílny

OBJEKT C – laboratoře

OBJEKT D – garáže

g. UMÍSTĚNÍ FVE





ENERGETICKÁ STUDIE PROVEDITELNOSTI FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

MANAGERSKÉ SHRNUTÍ	
OBJEKTY :	VHODNÁ INSTALACE V OBJEKTECH :
OBJEKT A	ANO
OBJEKT B	ANO
OBJEKT C	ANO
OBJEKT D	ANO
VÝSLEDNÉ PARAMETRY NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ :	
Celkový instalovaný výkon (kWp)	483,30 kWp
Celková roční výroba (MWh)	478,44 MWh
Celková akumulace (kWh)	217,86 kWh
Celková úspora CO ₂ (t/rok)	245,44 t
Snížení provozních nákladů na EE v %	79,52 %
Celková investice s DPH	21.755.982 Kč
Celková investice bez DPH	17.980.150 Kč
NÁVRATNOST – PRŮMĚRNÝ SLUNEČNÍ SVIT inlace ceny el. energie 2,5 %	11,3 let
NÁVRATNOST – PRŮMĚRNÝ SLUNEČNÍ SVIT inlace ceny el. energie v 1 roce 30 % dále 2,5 %	9,4 let

POZN.:

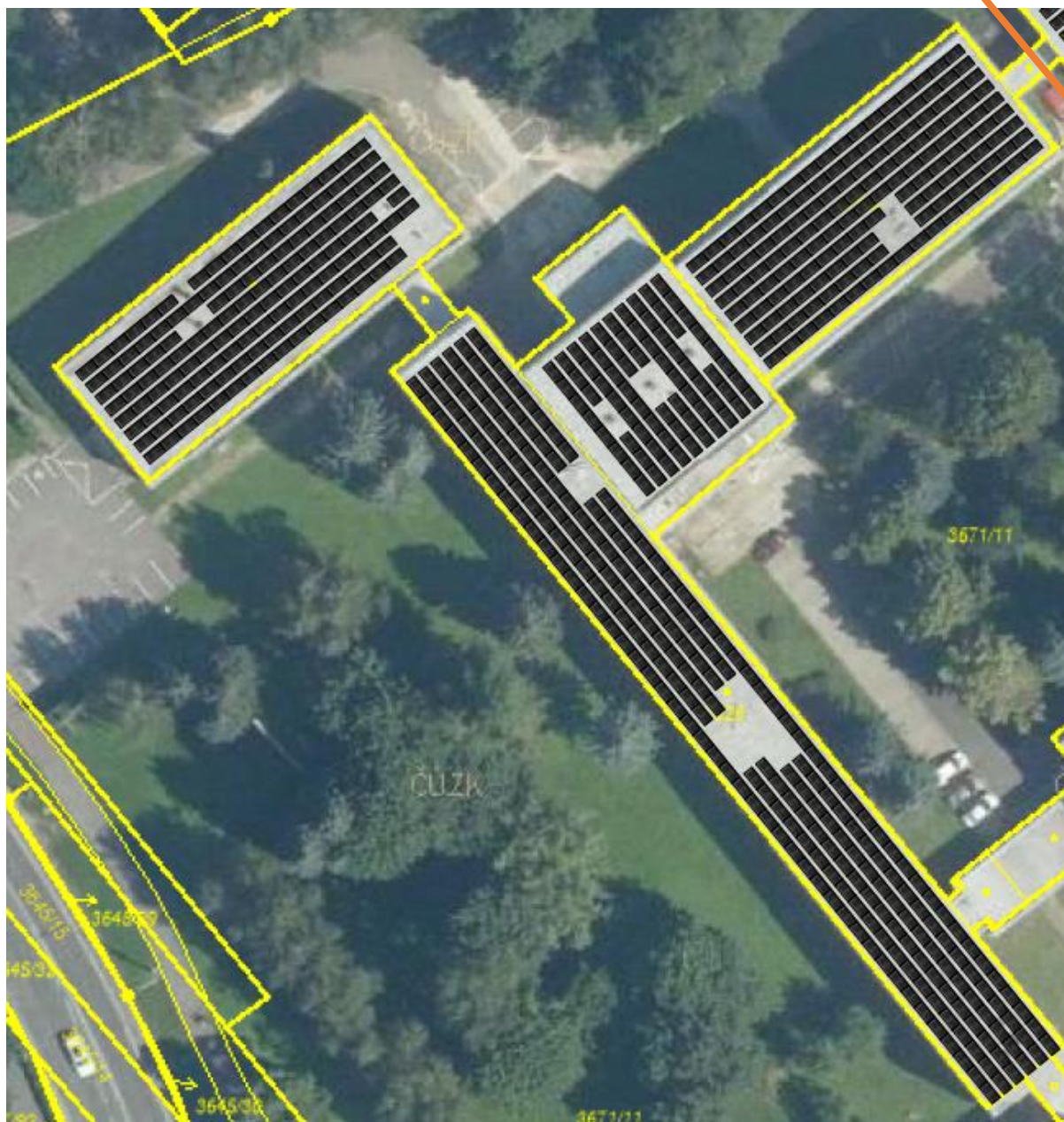
Vzhledem k očekávaným cenám za elektrickou energii v roce 2022, je vypočítaná návratnost v 1 roce s nárůstem 30 % ceny el. energie. V dalších letech je počítáno se standardní inflací 2,5 % ceny el. energie. Návratnosti jsou uvedeny bez využití dotačních prostředků



2. Umístění FV panelů na objektech

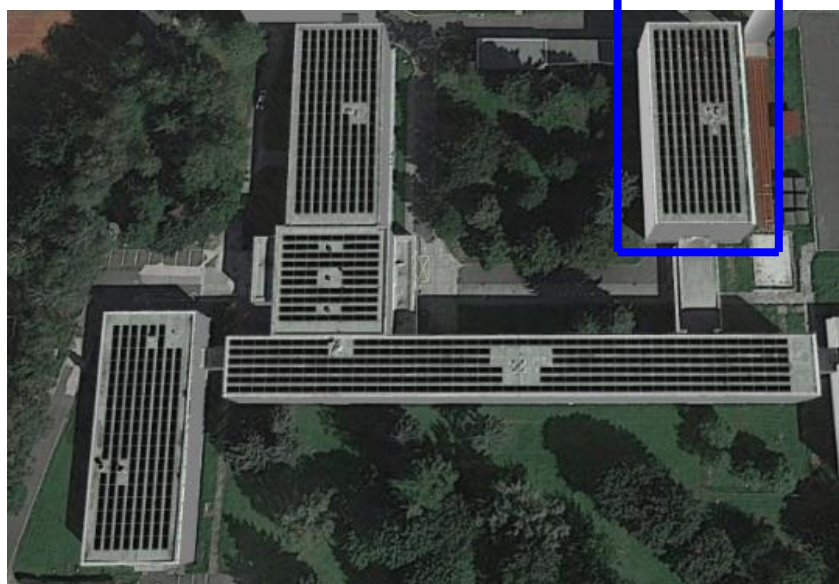
OBJEKT A - PŮDORYS

část objektu D

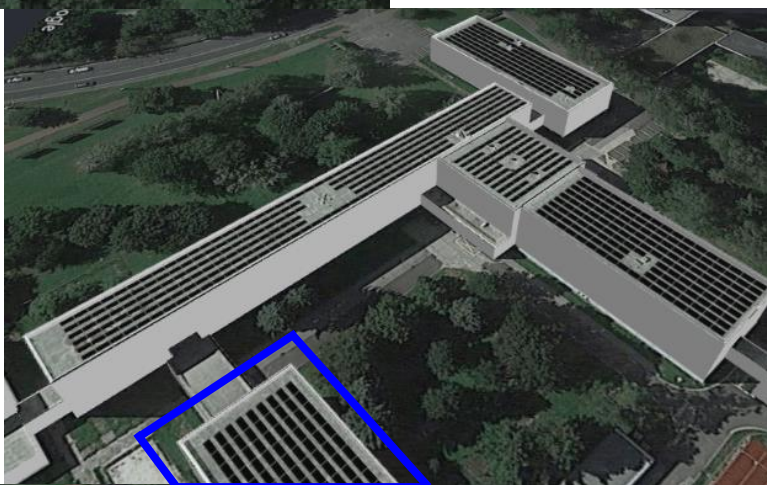




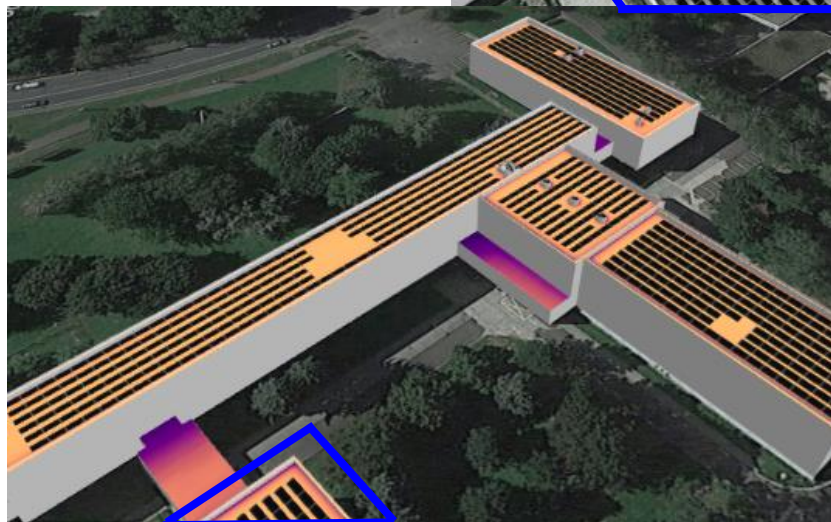
OBJEKT A – 3D MODEL



OBJEKT C



ČÁST OBJEKTU C



ČÁST OBJEKTU C



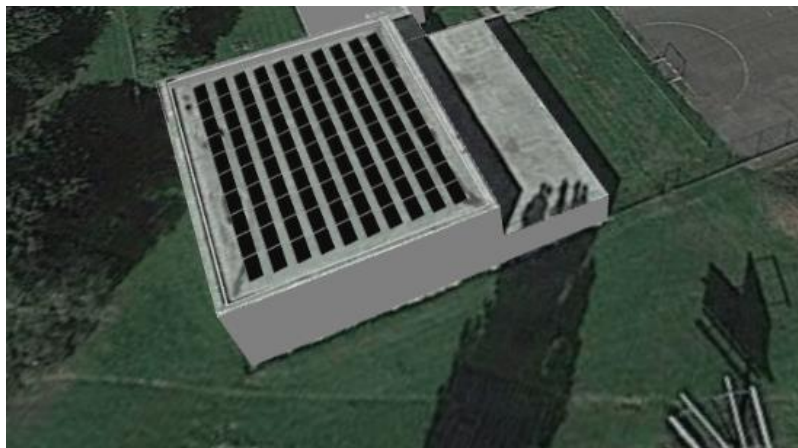
OBJEKT B - PŮDORYS

ČÁST OBJEKTU A





OBJEKT B – 3D MODEL



ČÁST OBJEKTU A





OBJEKT C - PŮDORYS



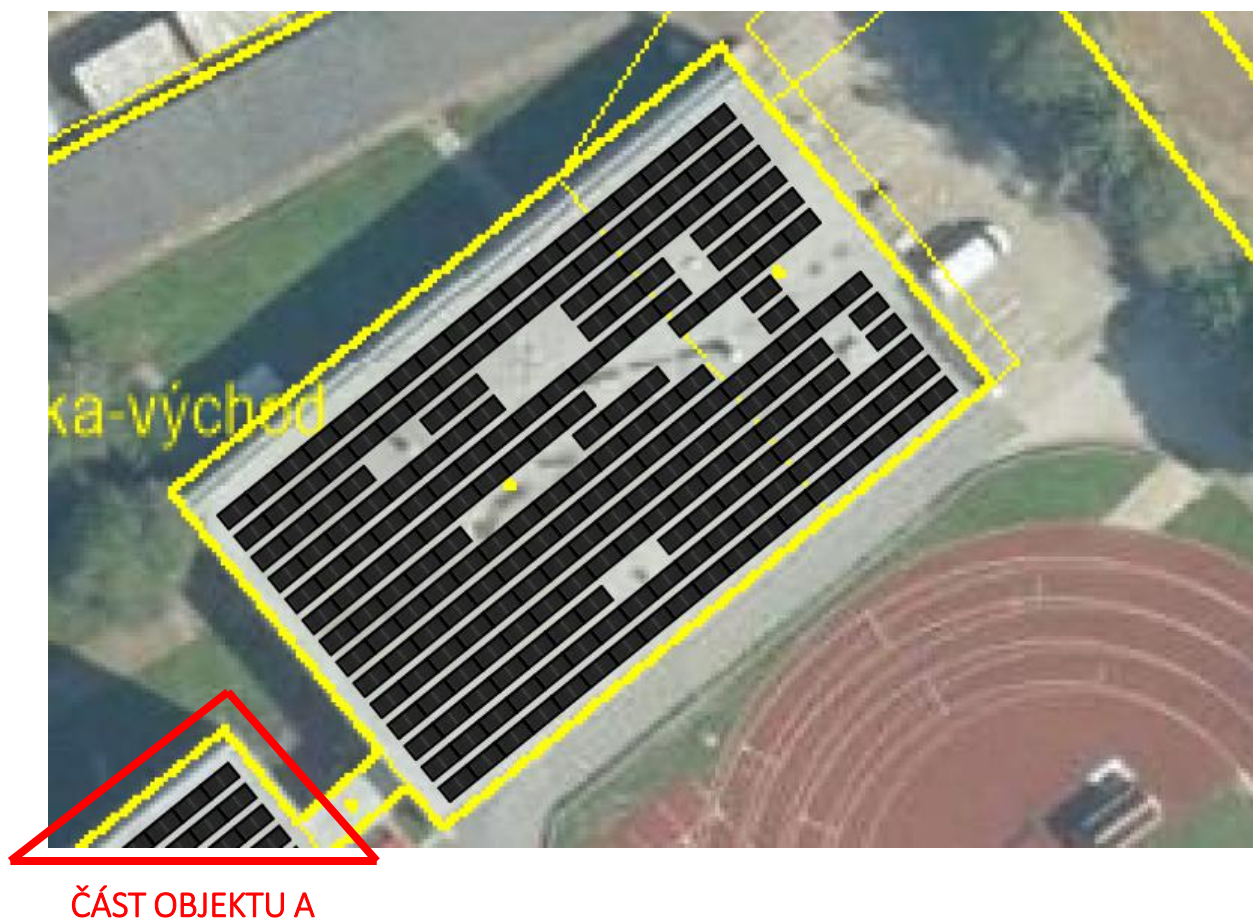


OBJEKT C – 3D MODEL



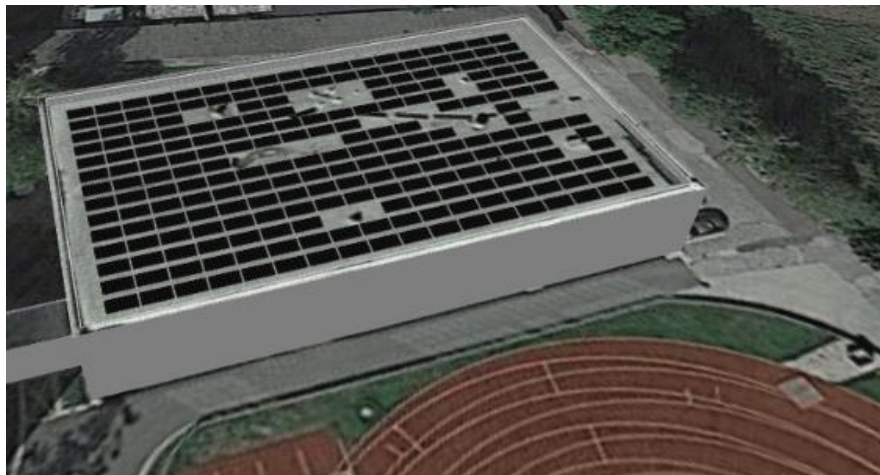


OBJEKT D – PŮDORYS





OBJEKT D – 3D MODEL



ČÁST OBJEKTU A





3. NÁVRH KONFIGURACE FVE

PARAMETRY STŘEŠNÍ FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

OBJEKT A

Orientace FVE	284 ks – JIH pootočení o 40° na VÝCHOD 322 ks – JIH pootočení o 40° na ZÁPAD
Sklon FVE	10° dle samozátěžové konstrukce pro ploché střechy
Počet panelů	606 ks x 450 Wp = 272,70 kWp
Výkon FVE	272,70 kWp
Zatížení FV panelu na plochu	22kg/m^2 + samozátěžová konstrukce dle statického výpočtu v navazujícím stupni projektové dokumentace

OBJEKT B

Orientace FVE	100 ks – JIH pootočení o 40° na ZÁPAD
Sklon FVE	10° dle samozátěžové konstrukce pro ploché střechy
Počet panelů	100 ks x 450 Wp = 45,00 kWp
Výkon FVE	45,00 kWp
Zatížení FV panelu na plochu	22kg/m^2 + samozátěžová konstrukce dle statického výpočtu v navazujícím stupni projektové dokumentace

OBJEKT C

Orientace FVE	146 ks – JIH pootočení o 40° na VÝCHOD
Sklon FVE	10° dle samozátěžové konstrukce pro ploché střechy
Počet panelů	146 ks x 450 Wp = 65,70 kWp
Výkon FVE	65,70 kWp
Zatížení FV panelu na plochu	22kg/m^2 + samozátěžová konstrukce dle statického výpočtu v navazujícím stupni projektové dokumentace



OBJEKT D

Orientace FVE	222 ks – JIH pootočení o 40° na VÝCHOD
Sklon FVE	10° dle samozátěžové konstrukce pro ploché střechy
Počet panelů	222 ks x 450 Wp = 99,90 kWp
Výkon FVE	99,90 kWp
Zatížení FV panelu na plochu	22kg/m ² + samozátěžová konstrukce dle statického výpočtu v navazujícím stupni projektové dokumentace

CELKOVÝ INSTALOVANÝ VÝKON = 483,30 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

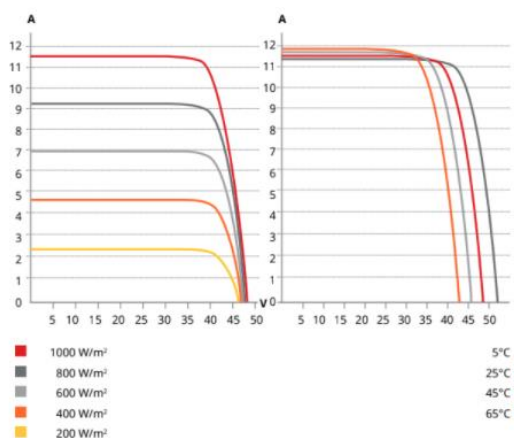
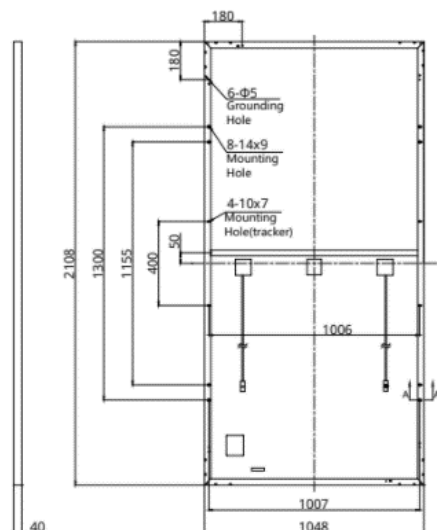
SUPER HIGH POWER MONO PERC MODULE



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)

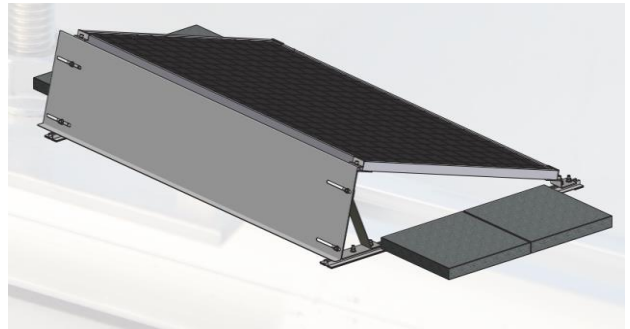
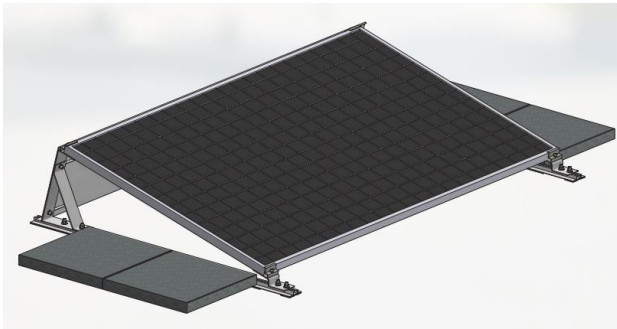


4.2. FVE PANELY – KOTVENÍ

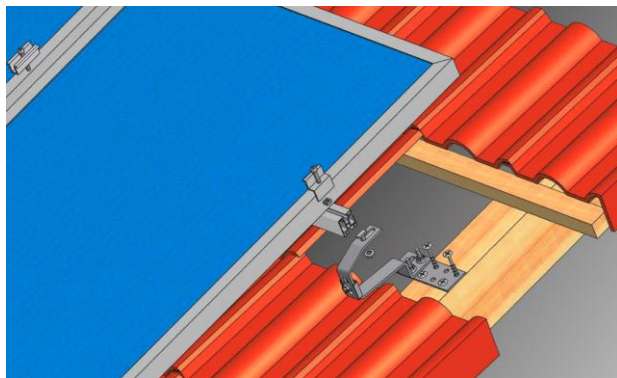
FVE panely jsou instalovány na typové konstrukci, která je určena pro šikmé a ploché střechy dle typu střešní krytiny. Vzhledem k typové konstrukci a technickému stavu střechy se nepředpokládá žádné konstrukční úpravy.

Příklady typových konstrukcí :

PLOCHÁ STŘECHA - samozátěžová konstrukce

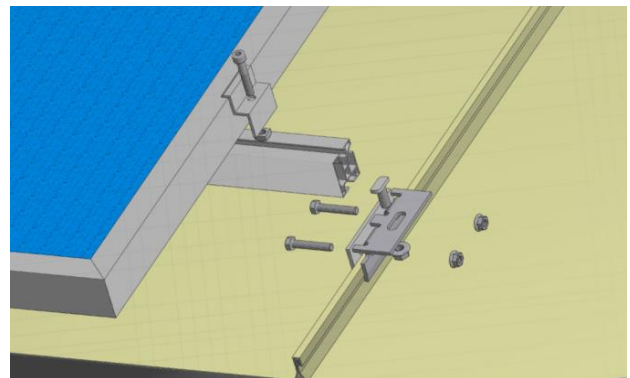


ŠIKMÁ STŘECHA – betonová taška

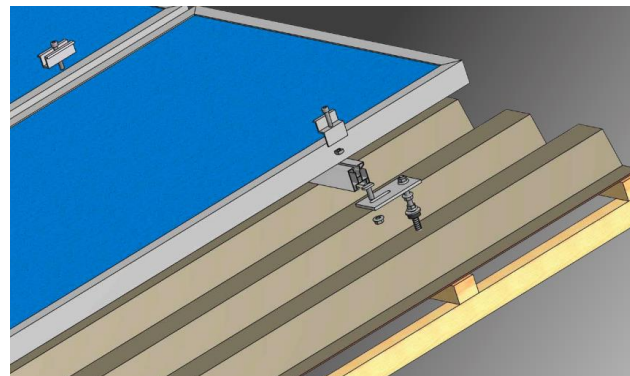
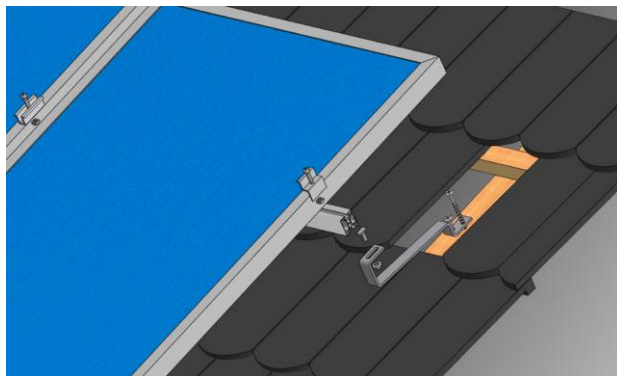


taška bobrovka

falcovaný plech



plechová krytina





5. NÁVRH KONFIGURACE INVERTORU

1 x SOLAR EDGE SE90K
OBJEKT D

solaredge



Záruka výrobce (funkčnost)	12 let
Topologie	beztransformátorová
Způsob připojení	třífázové
Max. vstupní výkon (W)	111 750 W
Max. vstupní napětí	1000V
Jmenovité vstupní napětí	750 V
Max. vstupní proud	3x 40 A
Max. účinnost měniče	98.3 %
Jmenovitý výstupní výkon	82 800 W
Max.výstupní výkon (W)	111 750 W
Třída krytí	IP65

CE RoHS

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



3 x SOLAR EDGE SE100K
OBJEKT A + B + C

solaredge



Reference	SE100K-RW0P0BNY4
Záruka výrobce (funkčnost)	12 let
Topologie	beztransformátorová
Způsob připojení	třífázové
Max. vstupní výkon (W)	135 000 W
Max. vstupní napětí	1000V
Jmenovité vstupní napětí	850 V
Max. vstupní proud	3x 40 A
Max. účinnost měniče	98.1 %
Jmenovitý výstupní výkon	100 000 W
Max.výstupní výkon (W)	135 000 W
Třída krytí	IP65

CE RoHS

Umístění inverterů navrhujeme do technické místnosti objektu A, B, a C , 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	217,86 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 217,86 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



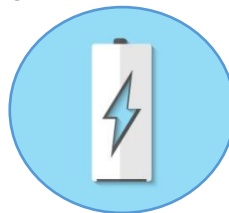
Kompaktní ALLinONE
systém



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 ve vnitrobloku objektu A.
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

 **1074** FV panely

 **4** Měníče

 **539** Optimizéry

VÝSLEDKY SIMULACE



Instalovaný DC Výkon

483,30 kWp



Max Dosažitelný AC Výkon

389,70 kW



Roční Výroba Energie

478,44 MWh



Úspora Emisí CO₂

245,44 t



Ekvivalent Vysazených Stromů

11 273



Maximálně Dosažitelný DC Výkon

457,34 kW



DC/AC Naddimenzování

117 %



Maximální Aktivní AC Výkon

389,70 kW



Výkonový Poměr (Performance Ratio)

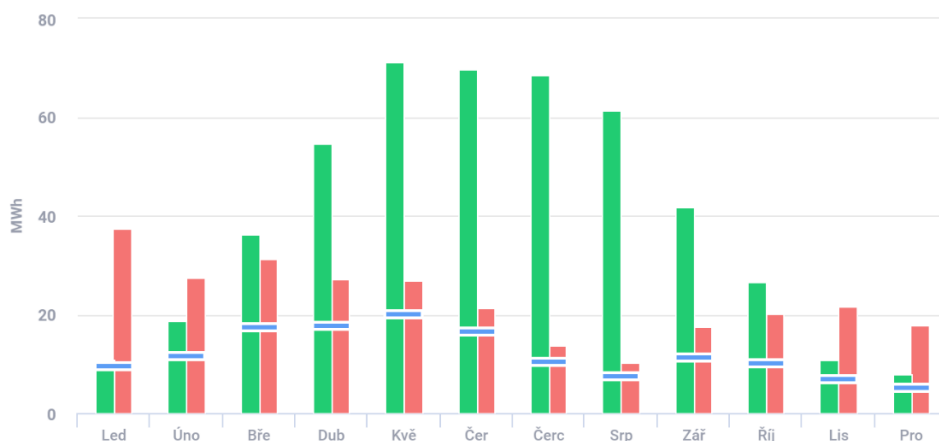
86 %



Index Výkonnosti

990 kWh/kW

GRAF MĚSÍČNÍ VÝROBY A SPOTŘEBY



TABULKA MĚSÍČNÍ VÝROBY A SPOTŘEBY

Měsíc	Solární výroba (kWh)	Spotřeba (kWh)
Led	10 741	37 263
Úno	18 716	27 435
Bře	36 081	31 255
Dub	54 689	27 250
Kvě	71 327	26 730
Čer	69 710	21 281
Čerc	68 660	13 667
Srp	61 285	10 079
Zář	41 820	17 470
Říj	26 513	20 037
Lis	10 949	21 621
Pro	7 949	17 693



TABULKA POROVNÁNÍ SPOTŘEBY A VÝROBY Z FV ELEKTRÁRNY VČETNĚ ÚSPOR

měsíc	spotřeba kWh	spotřeba Kč	průměr kWh/Kč	výroba FVE kWh	celková úspora kWh	úspora Kč
leden	37 263	166 938	4,4800	10 741	10 741	48 120
únor	27 435	122 909		18 716	18 716	83 848
březen	31 255	140 022		36 081	31 255	140 022
duben	27 250	122 080		54 689	27 250	122 080
květen	26 730	119 750		71 327	26 730	119 750
červen	21 281	95 339		69 710	21 281	95 339
červenec	13 667	61 228		68 660	13 667	61 228
srpen	10 079	45 154		61 285	10 079	45 154
září	17 470	78 266		41 820	17 470	78 266
říjen	20 037	89 766		26 513	20 037	89 766
listopad	21 621	96 862		10 949	10 949	49 052
prosinec	17 693	79 265		7 949	7 949	35 612
SUMA	271 781	1 217 579		478 440	216 124	968 236
snížení provozních nákladů na el. energii o :			79,52 %			
Přetok elektrické energie do DS :			211 146 kWh			

8. INVESTIČNÍ ROZPOČET

INVESTIČNÍ ROZPOČET - POLOŽKY	Ceny bez DPH	Ceny s DPH 21%
Cena FVE 483,30 kWp včetně montáže	12.324.150 Kč	14.912.222 Kč
Ostatní montážní náklady	209.500 Kč	253.495 Kč
Systém akumulace elektrické energie včetně montáže a měřicího modulu (celková kapacita akumulace 217,86 kWh)	5.446.500 Kč	6.590.265 Kč
Celková investice s DPH	21.755.982 Kč	
Celková investice bez DPH	17.980.150 Kč	

PROFESNÍ PŘEDPOKLADY MONTÁŽNÍ SPOLEČNOSTI :

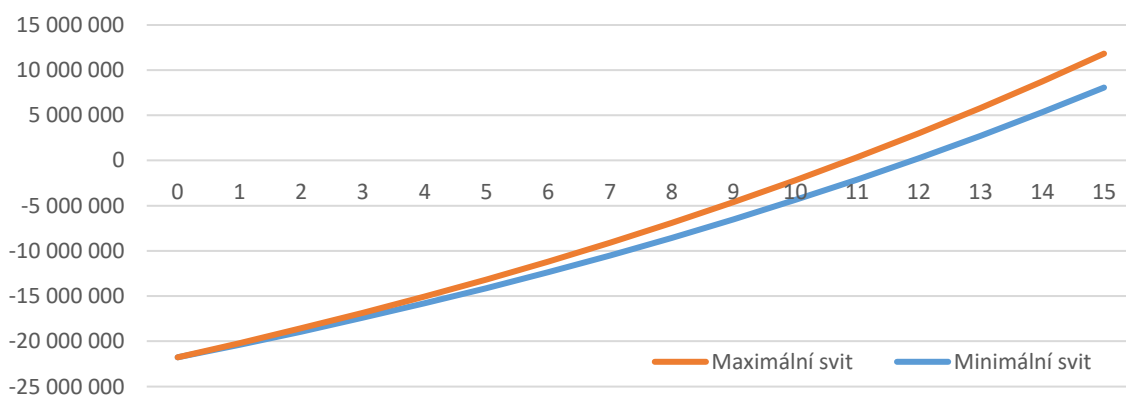
- 1, certifikované osoby dle ČSN EN 15257
- 2, společnosti s oprávněním k distribuci, montáži a instalaci hybridního systému akumulace elektrické energie
- 3, certifikované osoby pro údržbu a provoz hybridního systému akumulace elektrické energie
- 4, certifikované osoby pro zajišťování instalací a servisu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



9. POROVNÁNÍ INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ VZHLEDEM K NÁVRATNOSTI SYTÉMU

Původní roční výdaje na provoz	CENY BEZ DPH	CENY S DPH 21%
Cena elektrické energie	(1MWh / 3.702,48 Kč)	4.480,00 Kč
Celkové původní výdaje na provoz společných prostor	1.006.263,54 Kč	1.217.578,88 Kč
Nové roční výdaje na provoz objektu		
Celková roční spotřeba elektrické energie	(1MWh / 3.702,48 Kč)	4.480,00 Kč
Celkové nové výdaje na provoz objektu (roční)	206.042,98 Kč	249.312,00 Kč
Minimální úspora výdajů na provoz objektu (roční)	800.220,56 Kč	968.266,88 Kč
Minimální úspora za přetok do DS : průměrná cena výkupu 1,8 Kč/kWh	314.100,92 Kč	380.062,12 Kč
Celková minimální úspora výdajů na provoz objektu (roční)	1.114.321,48 Kč	1.348.329,00 Kč
Porovnání maximálního a minimálního slunečního svitu		
Minimální úspora výdajů – výroba z FVE v 1 roce	1.114.321,48 Kč	1.348.329,00 Kč
Maximální úspora výdajů – výroba z FVE v 1 roce	1.254.452,46 Kč	1.517.877,47 Kč
Návratnost – minimální sluneční svit	16,1 let	
Návratnost – maximální sluneční svit	14,3 let	

10. GRAF NÁVRATNOSTI SYSTÉMU při započtení inflace



NÁVRATNOST – PRŮMĚRNÝ SLUNEČNÍ SVIT

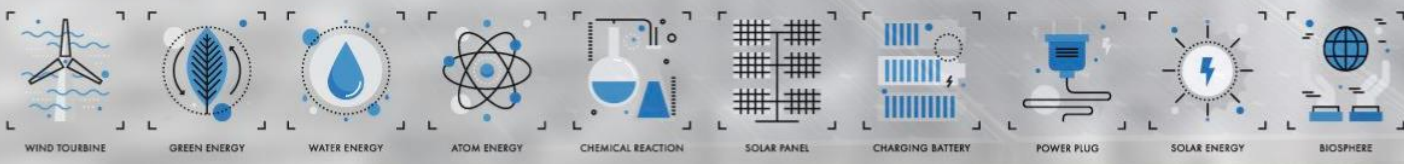
inlace ceny el. energie 2,5 %

11,3 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