

# PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

NÁZEV PROJEKTU: Fotovoltaická elektrárna 7,2 kWp s akumulací 6,2 kWh

STUPEŇ PROJEKTU: DVZ

TYP SYSTÉMU: Fotovoltaický systém s akumulací elektrické energie

MÍSTO STAVBY: Na Jízdárně 30, 702 00 Ostrava

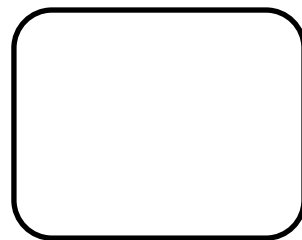
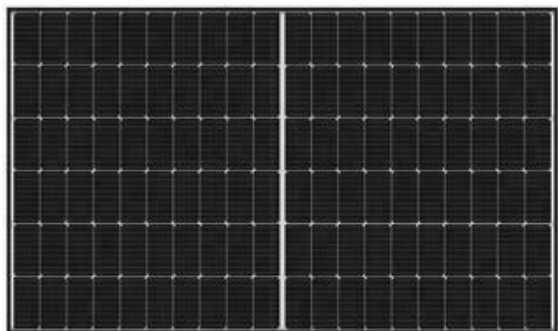
KRAJ: Moravskoslezský

ČÍSLO PROJEKTU: 023-2022

DATUM: 03/2022

ZPRACOVATEL PD: DALU s.r.o.  
Wilsonova 368, 539 01 Hlinsko  
IČ: 25934970  
[martin.briza@dalu.cz](mailto:martin.briza@dalu.cz), +420 777 170 515

INVESTOR: Střední škola elektrotechnická, Ostrava, Na jízdárně 30, p.o.  
Na Jízdárně 30  
702 00 Ostrava



OBSAH:

D1.4.FV 1    Technická zpráva

Výkresová část

D1.4.FV 2    Přehledové schéma

D1.4.FV 3    RDC

D1.4.FV 4    Rozmístění panelů na střeše

D1.4.FV 5    Stringování

Přílohy

01    Katalogové listy FV komponent

## Technická zpráva

### OBSAH

1. Úvod .....	4
1.1. Předmět projektu .....	4
2. Základní technické údaje .....	6
3. Technické požadavky .....	7
3.1. Stanovení vnějších vlivů .....	7
4. Technické řešení .....	9
4.1. Fotovoltaické panely.....	10
5.2. Optimalizace MPPT na úrovni panelu.....	10
4.2. Hybridní měnič .....	11
4.3. Akumulace elektrické energie.....	12
4.4. Systémová konstrukce pro uložení FV panelů.....	12
4.5. Kabelová část.....	12
4.6. RDC .....	13
4.7. RFVE .....	13
4.8. Monitoring .....	13
5. Ochrana před přepětí.....	13
6. Vnější a vnitřní ochrana před bleskem, dle ČSN 62305-1/4 ed.2: .....	14
7. Požárně bezpečnostní řešení .....	15
8. Odpojení FVE od sítě.....	15
9. Pravidla pro paralelní provoz zdrojů se sítí .....	15
10. Certifikace, schvalování, realizace, elektromagnetická kompatibility EMC: .....	17
12. Ochrana zdraví a bezpečnost při práci .....	18
13. Obsluha a údržba elektrického zařízení.....	19
14. Periodická revize .....	19
15. Závěr.....	19

## 1. Úvod

### 1.1. Předmět projektu

Projekt řeší návrh instalace fotovoltaického systému o jmenovitém výkonu 7,2 kWp na střeše edukačního střediska u Střední školy elektrotechnické v Ostravě, kde je umístěno celkem 16 ks fotovoltaických panelů o jmenovitém výkonu 450 Wp. Jde o fotovoltaický systém s akumulací elektrické energie, kde vyrobená el. energie je zpracována výrobcem v daném odběrném místě a přebytek elektrické energie je uchováván v akumulačním zařízení o velikosti 6,2 (2x3,1) kWh. Z hlediska připojení se jedná o mikrozdroj bez přetoků – nejsou možné dodávky do distribuční soustavy.

Jako technické podklady, byla použita dokumentace výrobce fotovoltaického systému a dalších použitých komponentů. Dále provoz výroby musí splňovat podmínky stanovené PPDS, příloha č.4: Pravidla pro paralelní provoz zdrojů se sítí provozovatele distribuční soustavy a ustanovení navazujících technických norem z hlediska vlivů na elektrizační soustavu. Technické předpisy vztahující se na elektrická zařízení:

Vyhláška č.16/2016 Sb., - o podmínkách připojení k elektrizační soustavě

Vyhláška č.23/2008 Sb., - o technických podmínkách požární ochrany staveb

Vyhláška č.79/2010 Sb., - o dispečerském řízení elektrizační soustavy a o předání údajů pro dispečerské řízení

Nařízení vlády č.117/2016 Sb. - posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh

Nařízení vlády č.118/2016 Sb., - o posuzování shody elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí při jejich dodávání na trh

Nařízení vlády č.163/2002 Sb., - kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky

Zákon č. 22/1997 Sb., - o technických požadavcích na výrobky a změně a doplnění některých zákonů.

Zákon č. 165/2012 Sb., - o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů

Nařízení vlády 176/2008 Sb., - kterým se stanoví technické požadavky na strojní zařízení

Zákon č.183/2006 Sb., a Vyhláška 268/2009 Sb., - ustanovení stavebního zákona s dopadem na elektrické rozvody.

Zákon č. 458/2000 Sb., - energetický zákon

Použité normy – Dokumentace je zpracována podle platných technických norem.

Jedná se zejména o níže uvedené normy:

ČSN ISO 14617-1 – značky pro elektrotechnická schémata

ČSN 330010 ed.2 – elektrická zařízení, rozdělení a pojmy

ČSN 330165 ed.2/opr.1 - značení vodičů barvami a nebo číslicemi - Prováděcí ustanovení

ČSN 330360 ed.2 – místa připoj. Ochranných vodičů na elektrických předmětech

ČSN 332000-1 ed.2/Z1 – el. instalace budov, část 1, rozsah platnosti, účel

ČSN 332000-4-41 ed.3 – ochrana před úrazem elektrickým proudem

ČSN 332000-4-42 ed.2/Z1 – ochrana před účinky tepla

ČSN 332000-4-43 ed.2 – ochrana proti nadproudům

ČSN 332000-4-45 – ochrana před podpětím

ČSN 332000-5-51 ed.3/opr.1/Z1/Z2 – výběr a stavba el. zařízení, všeobecná ustanovení

ČSN 33 2000-5-52 ed.2/Z1 – výběr a stavba el. zařízení, výběr soustav a stavba vedení

ČSN 332000-5-54 ed.3/opr.1/Z1 – výběr a stavba el. zařízení, uzemnění a ochranné vodiče

ČSN 332000-7-712 ed.2 – zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – solární fotovoltaické napájecí systémy

ČSN ISO 3864-1,2,3 – bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky

ČSN 380810/změna a – použití ochran před přepětím v silnoproudých zařízeních

ČSN EN 50110-1 ed.3 – obsluha a práce na elektrickém zařízení – část 1

ČSN EN 50110-2 ed.2 – obsluha a práce na elektrických zařízeních – část 2

ČSN EN 50438 ed.2/Z1 – požadavky na paralelní připojení mikrogenerátorů s veřejnými distribučními sítěmi nízkého napětí

ČSN 60079-32-1 – návod na ochranu před nebezpečnými účinky statické elektřiny

ČSN EN 60529/A1/A2 – stupně ochrany, krytí IP kód

ČSN EN 61140 ed.3 - ochrana před úrazem elektrickým proudem - Společná hlediska pro instalaci a zařízení

ČSN EN 61310-1,2,3 ed.2 – bezpečnostní strojní zařízení: požadavky na vizuální, akustické a taktilní signály, požadavky na značení, požadavky na umístění a funkci ovládačů

ČSN EN 61727 - Fotovoltaické (FV) systémy - Parametry rozhraní s uživatelskou sítí

ČSN EN 61439-1 ed.2/opr.1, 61439-2 ed.2, 61439-3 – rozváděče NN, typové a částečné typově zkoušené rozváděče, všeobecná ustanovení, výkonové rozváděče, rozvodnice určené k provozování laiky

ČSN EN 62305-1,2,3,4 ed.2 – ochrana před bleskem

ČSN 730804/Z1/Z2 – požární bezpečnost staveb

ČSN 730810 – požární bezpečnost staveb – společná ustanovení

ČSN 730848/Z1/Z2 – požární bezpečnost staveb – kabelové rozvody

ČSN 736005/Z1/Z2/Z3/Z4 – prostorové uspořádání sítí technického vybavení

## **2. Základní technické údaje**

### **2.1. Strana DC**

Počet fotovoltaických panelů:	16 ks (o max. výkonu 450 Wp)
Maximální výkon soustavy panelů:	7,2 kWp
Napěťová soustava fotovoltaických panelů:	2-600 V, DC, IT

### **2.2. Strana AC**

Počet invertorů:	1 ks
Maximální výstupní výkon invertoru:	10 kW
Maximální výstupní proud:	16 A
Napěťová soustava invertoru:	3+PE+N AC 50 Hz, 3x230V/400 V TN-S
Napěťová soustava rozváděče	3+PE+N AC 50 Hz, 3x230V/400 V TN-S

### 3. Technické požadavky

#### 3.1. Stanovení vnějších vlivů

Stanoveným třídám vnějších vlivů musí odpovídat provedení elektroinstalace dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2, ČSN 33 2000-5-51 ed.3, a dalších souvisejících platných českých norem.

Zařízení je vystaveno následujícím vlivům:

Prostory vnitřní:

AA5, AB5, AC1, AD1, AE1, AF1, AG1, AH1, AJ, AK1, AL1, AM, AN, AP, AQ, AR, AS, BA1, BB, BC1, BD1, BE1, CA1, CB1: z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem – **prostory normální**.

Prostory venkovní:

AA7, AB7, AC1, AD3, AE2, AF2, AG1, AH1, AJ, AK1, AL1, AM1, AN2, AP1, AQ2, AR2, AS2, BA1, BB, BC3, BD1, BE1, CA1, CB1: z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem – prostory **nebezpečné** a to z důvodů, že se zařízením nebudou manipulovat osoby bez odborné kvalifikace.

Opatření vyplývající z vlivů, které nejsou dle článku 512.2.4 ČSN 332000-5-51 ed.3 normální:

- bude použito zařízení s vyšším krytím (venkovní prostředí)
- elektrické zařízení a rozvody budou provedeny v souladu s ČSN 332000-4-47
- elektrické zařízení musí mít vhodnou povrchovou úpravu před korozí slunečním zářením, šrouby, které je nutno během životnosti zařízení a jeho provozu uvolňovat, musí být korozně odolné, při kladení kabelů se nesmí provádět ostré ohyby.

### **3.2. Ochrana před úrazem elektrickým proudem dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3**

#### **Druh ochranného opatření**

- Automatické odpojení od zdroje v síti TN:  
ČSN 33 2000-4-41 ed.3 čl. 411; ČSN EN 61140 ed.2 čl. 601
- Dvojitá nebo zesílená izolace:  
ČSN 33 2000-4-41 ed.3 čl. 412; ČSN EN 61140 ed.2 čl. 6.2

#### **Základní ochrana** (dříve ochrana před nebezpečným dotykem živých částí):

- Základní ochrana:  
ČSN EN 61140 ed.3 čl. 5.1.
- Základní izolace živých částí:  
ČSN 33 2000-4-41 ed.3 příloha A, čl. A1; ČSN EN 61140 ed.2 čl. 5.1.1
- Přepážky nebo kryty:  
ČSN 33 2000-4-41 ed.3 příloha A, čl. A2; ČSN EN 61140 ed.2 čl. 5.1.2

#### **Ochrana při poruše** (dříve ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí):

- Přídavná izolace:  
ČSN 33 2000-4-41 ed.3 čl. 412.1.1.; ČSN EN 61140 ed.2 čl. 5.2.1.
- Ochranné pospojování:  
ČSN 33 2000-4-41 ed.3 čl. 411.3.1.2.; ČSN EN 61140 ed.2 čl. 5.2.2.
- Automatické odpojení od zdroje:  
ČSN 33 2000-4-41 ed.3 čl. 411.3.2.; ČSN EN 61140 ed.2 čl. 5.2.5.

#### **Doplňková ochrana**

- Doplnující ochranné pospojování:  
ČSN 33 2000-4-41 ed.3 čl. 415.2.;



#### 4. Technické řešení

##### Základní komponenty fotovoltaického systému

- Fotovoltaické panely
- Hybridní měnič
- Bateriové úložiště
- Systémové konstrukce pro uložení FV panelů
- Kabelové rozvody
- Rozvaděč RDC
- Rozvaděč RFVE
- Monitoring

Fotovoltaické panely vyrábějí elektrickou energii, která je určena pro vlastní spotřebu objektu (na daném odběrném místě). Systém obsahuje veškeré nezbytné komponenty pro montáž na střechu objektu, přes kabelové rozvody, hybridní měnič, akumulátor, rozvaděč výroby.

Fotovoltaický systém je tvořen fotovoltaickými panely o jmenovitém výkonu každého 450 Wp, o celkovém počtu 16 ks, kde sklon každého panelu vůči horizontální rovině bude dle sklonu provedeno střechy. Panely jsou zapojeny do dvou sériových řetězců (1x6, 1x10), spojení panelů je MC konektory, které jsou pevně připojeny k panelu, a jsou propojeny speciálním ohebným vodičem s PU izolací (např. Flex-Sol nebo SolarCabel) o průřezu 6 mm<sup>2</sup>. Solární vodiče budou v trase uspořádány tak, aby oba vodiče (plus/mínus) byly co nejbližší k sobě a vždy v jedné chráničce/elektroinstalační liště/trubce tak, aby byl minimalizován vznik vnějších polí a bludných proudů.

Kladný a záporný pól sériového řetězce panelů je jištěn pojistkovým odpojovačem s pojistkovou vložkou o jmenovitém proudu 12 A gR PV a chráněn přepětovou ochranou DC v rozvaděči výroby RDC. Z rozvaděče RDC je kladný a záporný pól vyveden do invertoru na svorky PV+/PV-. Velikost DC napětí při provozu se může pohybovat v rozsahu 2 – 600V DC, které závisí hlavně na intenzitě dopadajícího slunečního záření a teplotě panelů.

V invertoru je výkon z fotovoltaických panelů transformován na 3f střídavé napětí 3x230V/400V/50Hz, které je připojeno do rozvaděče společné spotřeby na jednotlivé zásuvkové a světelné okruhy. Rozvaděč společné spotřeby obsahuje jištění, přepětovou ochranu AC. Invertor obsahuje bezpečnostní síťovou ochranu, která zajišťuje automatické odpojení od sítě v případě ztráty napětí, tj. nedodává do sítě NN žádné napětí v případě výpadku hlavní napájecí sítě (DS).

Systém je instalován na typové konstrukci, která je určená pro rovné střechy a je dostatečně dimenzována.

#### 4.1. Fotovoltaické panely

Fotovoltaický panel 450 Wp

Jmenovitý výkon panelu: 450Wp

Technologie: Monokrystalický křemík

Napětí naprázdno  $U_{oc} = 50V$

Napětí v bodě maximálního výkonu  $U_{mpp} = 41,6 V$

Proud v bodě maximálního výkonu  $I_{mpp} = 10,7 A$

Max. systémové napětí: 1 000 V

Před připojením fotovoltaického stringu překontrolujte, zda výrobcem uvedená hodnota napětí pro fotovoltaický modul odpovídá skutečné hodnotě. Při měření napětí, prosím zohledněte, že fotovoltaický modul za nízkých teplot a konstantního osvětlení dodává vyšší napětí na prázdko. Při vnější teplotě  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , nesmí napětí na prázdko v žádném případě přesáhnout 1000 V. Platné teplotní koeficienty pro výpočet teoretického napětí naprázdno, naleznete v datovém listu fotovoltaického modulu. V případě překročení napětí naprázdno fotovoltaického stringu 1000 V dojde ke zničení zařízení síťového invertoru.

#### 5.2. Optimalizace MPPT na úrovni panelu

Pro optimalizaci a maximalizaci výroby bude součástí systému pod každým panelem zapojen do stringu optimalizér, který bude zajišťovat nezávislý výkon panelu k němu připojených. Tato technologie zajistí, že když dojde k lokálnímu zastínění ostatních panelů, tak nezastíněné panely pojedou na 100 % výkonu. Když dojde k zastínění části stringu u standardní technologie bez optimalizérů, ostatní nezastíněné panely sníží svůj výkon na úroveň těch zastíněných.

Bezpečnostní, efektivní řešení – vypnutí na úrovni panelů:

Když jsou výkonové optimalizéry připojeny k FV panelům, tak tyto panely vyrábějí pouze tehdy, dokud je obnovován signál ze řídící jednotky. V případě absence signálu přejdou optimalizéry do „bezpečnostního módu“ a vypnou DC proud i napětí jak v panelu, tak v kabelech stringu. V bezpečnostním módu je výstupní napětí každého panelu 1 V. Například vypnou-li hasiči během dne FV systém, který má 10 panelů ve stringu, stringové napětí poklesne na 10 VDC.

K automatickému vypnutí na úrovni panelů by mělo dojít v těchto případech:

- budova je odpojena od veřejné elektrické sítě,
- tepelné senzory optimalizérů zaznamenají vzrůstající teplotu (prahová hodnota  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

#### 4.2. Hybridní měnič

Provoz invertoru je plně automatický. Invertor bude naprogramován tak, aby při síťové nesrovnalosti (např. vypadnutí sítě, přerušení sítě) ihned přerušil provoz a napájení do sítě.

- Výstupní výkon 10 kW
- Výstupní proud 16 A
- Napětí 3x230V/400V +10/-15%
- Výstupní frekvence 50 Hz +/- 0,2 Hz
- Účinník  $\cos \varphi = 1$
- Max. výkon na DC straně 10 000 Wp
- Vstupní napětí 280-800 V
- Max. vstupní napětí 1000 V
- 655x456x208 mm, hmotnost 40 kg, krytí IP65

#### Umístění invertoru:

- Invertor je umístěn v experimentální místnosti (1.03) objektu, mimo chráněnou nebo částečně chráněnou únikovou cestu a nemusí tvořit samostatný požární úsek, v tomto prostoru není trvalé pracovní místo.
- Nezvyšujte bezdůvodně síťovou impedanci použitím střídavého vedení s příliš malým průřezem mezi zařízením invertoru a rozváděčem RFVE. Odpor střídavého vedení mezi zařízením invertoru a rozváděčem RFVE, by neměl být vyšší než 0,5 Ohmu, typ kabelu bude dodržen dle výkresové části dokumentace.
- Okolní teplota nesmí být nižší než -25 °C a vyšší než +60 °C.
- Mezi jednotlivými zařízeními invertoru, dodržovat vzdálenost 10 cm.
- Vzdálenost horního okraje zařízení invertoru od stropu nebo okolních předmětů měla být cca 15 cm.
- Zařízení instalovat na pevnou, kolmou zeď.
- Vzduch uvnitř invertoru proudí směrem zprava doleva. Přívod vzduchu vpravo, odvod teplého vzduchu vlevo.
- Zařízení invertoru by nemělo být instalováno v prostorách s velkou prašností.
- Zařízení invertoru nesmí být instalováno v prostorách s velkou prašností vodivých částic (např. ocelové piliny).
- Při montáži zařízení invertoru dbejte na to, aby se displej nacházel pod úrovní výšky vašich očí. Tím je zajištěna optimální čitelnost displeje.

#### **4.3. Akumulace elektrické energie**

V systému je použit akumulátor o celkové kapacitě 6,2 kWh.

Parametry akumulátoru

- Rozsah napětí 90-116 V
- Počet dílčích modulů: 2 ks
- Teoretická kapacita: 3,1 kWh / 1 bloku
- Rozměry: 482x472x148 mm, 33 kg, IP 67 / jednoho bloku

Akumulátor je umístěn v blízkosti hybridního měniče Solax X3-hybrid HV 10.0T.

#### **4.4. Systémová konstrukce pro uložení FV panelů**

Střešní plocha v areálu vybraná pro instalaci fotovoltaických panelů má charakter střech plochých pro osazení pouze přitížených systémových konstrukcí.

Ploché střechy:

Na těchto střešních plochách bude použito systémové střešní, nosné konstrukce v alu-nerezovém provedení. Výška panelů nad střešní krytinou bude max. 300 mm.

Konstrukce bude mít 10° náklon v orientaci JZ.

Konstrukce bude sestavena dle návodu výrobce do staticky odolných celků a bude přitížena prefabrikovanou zátěží dle statických výpočtů výrobce konstrukce.

Použití systémových konstrukcí a jejich montáží odbornou firmou bude zajištěno neporušení funkčnosti a nezkrácení životnosti střešních krytin. Maximální váha zátěže systému nesmí přesáhnout nosnost střešních nosných konstrukcí

#### **4.5. Kabelová část**

Fotovoltaická instalace je provedena kabely s měděnými jádry (vícežilové / jednožilové) a izolací z PVC zabraňující šíření plamene a nejedná se o požární bezpečnostní zařízení, není požadavek na kabely s funkční integritou. Celkové provedení kabelových rozvodů musí odpovídat ČSN 332000-5-52 ed.2 a barevné značení vodičů ČSN 330165 ed.2. Jednotlivé kabely budou na koncích a v určených místech, v trase označeny kabelovými štítky (číslo označení, typ kabelu, odkud-kam, délka). Dle ČSN 332000-5-52 ed.2 je nutné dodržet min. odstup DC kabelového vedení od AC kabelového vedení, včetně slaboproudu. Kabelové rozvody budou provedeny tak, aby neztěžovaly nebo neznemožňovaly údržbu, opravy a výměny jednotlivých dílů technologického zařízení FVE systému. Pro kabelové rozvody jsou v projektu navrženy následující typy kabelů:

- kabely DC – PU izolace, např.: typ Solar Cabel, Flex-Sol
- kabely AC - CYKY-J

#### **a) Kabelová trasa DC**

Hlavní trasa od FV panelů bude částečně po střeše, následně po stěně objektu v chráničce k rozváděči el. výroby RDC. Průchod střechou je nutno provést tak, aby nemohlo dojít k poškození kabelů a nebyla porušena odolnost proti dešťové vodě. Kovové kabelové nosníky je třeba mezi sebou elektricky vodivě propojit a zahrnout do pospojení. Veškeré prostupy stavebními konstrukcemi budou utěsněny, viz. bod 9.c. Po dohodě s investorem může být kabelová trasa zasekána pod omítkou.

#### **b) Kabelová trasa AC**

Hlavní kabelová trasa je vedena do rozváděče společné spotřeby RH, která bude ukončena u hybridního invertoru. Hlavní kabelová trasa bude vedena v elektroinstalačních lištách nebo po dohodě s investorem v chráničkách pod omítkou. Pokud bude použit kovový kabelový nosník, musí být mezi sebou elektricky vodivě propojen a zahrnout do pospojení.

### **4.6. RDC**

Umístění: co nejbližší FV panelům, mimo chráněnou nebo částečně chráněnou únikovou cestu a nemusí tvořit samostatný požární úsek, v tomto prostoru není trvalé pracovní místo. Rozváděč RFVE je plastová modulová rozvodnice s celkovým počtem 28/modulů, v krytí IP54. Používá se především pro umístění a propojení modulárních el. přístrojů. Typ skříně je konstrukčně řešena k postavení na stěnu. Přívod a vývody vedeny spodem. Jmenovitý proud rozváděče In DC-12A/600V.

### **4.7. RFVE**

Umístění: rozváděč je umístěn v technické místnosti objektu, mimo chráněnou nebo částečně chráněnou únikovou cestu a nemusí tvořit samostatný požární úsek, v tomto prostoru není trvalé pracovní místo. Rozváděč RFVE je plastová modulová rozvodnice s celkovým počtem 54modulů, v krytí IP54. Používá se především pro umístění a propojení modulárních el. přístrojů. Typ skříně je konstrukčně řešena k postavení na stěnu. Přívod a vývody vedeny spodem. Jmenovitý proud rozváděče In AC-32A. Rozváděč RFVE je připojen kabelem CYKY-J 5x4 a jeho odpor střídavého vedení mezi invertorem a rozváděčem RFVE, by neměl být vyšší než 0,5 Ohmu.

### **4.8. Monitoring**

Invertory jsou vybaveny monitoringem, který je publikován na vzdálené serveru výrobce a od něj pak na portál monitoringu výroby. Komunikace slouží i pro vzdálený přístup servisní organizace. Pro bezproblémovou komunikaci je inverter propojen s místním routerem investora bezdrátově pomocí WIFI sítě.

## **5. Ochrana před přepětí**

Účinná ochrana před bleskem a přepětím pro fotovoltaické články je nutná z hlediska životnosti FV článku a citlivé elektroniky měničů. Příčinou přepětí ve

fotovoltaických panelech jsou induktivní a kapacitní vazby, které jsou způsobeny bleskovými výboji i vzdálenými a spínacími přepětím ze sítě NN. Přepětí vzniká v důsledku šíření bleskového proudu a může způsobit škody na FV článku a měniči. Toto, má zpravidla závažné následky na provoz zařízení.

#### **a) Ochrana fotovoltaických systémů, třída I. + II.**

Na vstupu měniče (DC), je zapojena přepětová ochrana 1000V/DC,  $I_{max} = 40\text{kA}$ ,  $I_n = 20\text{kA}$  (ochrana plusových a minusových sběrnic fotovoltaického systému před účinky přepětí). Provozní napětí přepětové ochrany je navrhnut tak, aby bylo vyšší než napětí naprázdno FV systému za studeného zimního dne při maximálním slunečním svitu. Přepětové ochrany slouží v tomto případě pouze jako ochrana proti indukovaným přepětím. Záleží zde velmi na kvalitě stávající hromosvodní ochrany. Zejména počet svodů - čím vyšší, tím lepší. Dokážeme tím odvést velkou část energie blesku do země a zároveň je vyšší pravděpodobnost, že přepětové ochrany nebudou zničeny.

#### **b) Ochrana napájecí sítě TN-S, třída II.**

Na výstupu z měniče (AC), instalovat kompaktní přepětovou ochranu třídy II – 230/4 TN-S,  $I_{max} = 40\text{kA}$ ,  $I_n = 20\text{kA}$ , určená pro ochranu sítě TN-S před účinky přepětí. Ochrana se používají při požadavku umístit varistorové svodiče třídy II do společného rozváděče nebo jako zesílený varistorový svodič. Jednotlivé varistorové sekce zapojené mezi svorky L a N. Indikace provozního stavu těchto odpojovačů je mechanická. Přepětová ochrana slouží, aby nepustila část bleskového proudu do elektroinstalace v případě přímého úderu blesku do FV článku. Toto opatření souvisí obecně s problematikou elektromagnetické kompatibility. Instalací nějakého zařízení (myšleno celý komplex FV článku, včetně příslušenství) by neměl vzniknout problém se zavlečením rušení nebo poruch do stávající instalace.

### **6. Vnější a vnitřní ochrana před bleskem, dle ČSN 62305-1/4 ed.2:**

Ochrana před bleskem se skládá:

Bod 8.1 - Vnější ochrana před bleskem – jímací systém, systém svodů, systém uzemnění.

Bod 8.2 - Vnitřní ochrana před bleskem – potenciálové vyrovnání – pospojení, systém ochrany před přepětím (viz. bod 7).

### **a) Vnější ochrana**

Řešena samostatnou dokumentací.

### **a) Vnitřní ochrana před bleskem**

Z hlavní ochranné přípojnice HOP (objektu) je vyveden vodič CY (CYA) 10zl, do rozváděče RDC. Dále budou vzájemně propojeny všechny kovové konstrukce, tj. síťový invertor, akumulátor, pomocí vodičů CYA 6zl, ale i všechny elektrická zařízení třídy I, na ekvipotenciálovou přípojnici, která je propojena s obvody hlavního pospojení HOP.

## **7. Požárně bezpečnostní řešení**

Řešena samostatným PBŘ.

Navržený FVE systém je v souladu s technickými doporučeními a požadavky na rozhraní mezi FVE systémem a uživatelskou sítí dle ČSN EN 61727 a splňuje požadavky na požární bezpečnost v souladu s vyhláškou č.23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany staveb. FV panely lze hodnotit jako nehořlavé prvky třídy reakce na oheň A1, A2 – předpokládá se, že nedochází k padání hořících částí. Dle ČSN 730804 čl. 9.8.7, lze požární odolnost konstrukce podporující toto technologické zařízení považovat za splněnou, neboť podpůrná konstrukce technologického zařízení je nehořlavá. Nové stavební konstrukce se nenavrhují, na podporující konstrukce se neklade požadavek – podle čl. 12.3.1.1 ČSN 730804. Nejedná se o otevřená technologická zařízení v 6. a 7. skupině výrob ani zařízení s hořlavými kapalinami. Při průchodu konstrukcemi budou kabelové prostupy utěsněny, dle bodu 9.3, této zprávy. Vzhledem k reálné situaci může velitel zásahu HZS rozhodnout, že nebudou jednotky HZS zasahovat z důvodů ohrožení členů jednotek.

## **8. Odpojení FVE od sítě**

Odpojení FVE od distribuční sítě, lze provést vypnutím jističe v rozvaděči společné spotřeby. Dále FVE systém lze vypnout hlavním vypínačem DC, který je umístěn ve spodu síťového invertoru. Dále pak nouzovým stop tlačítkem FVE. Jelikož je použito FV optimizérů – při vypnutí systému je v DC kabeláži max. 24VDC.

## **9. Pravidla pro paralelní provoz zdrojů se sítí**

### **a) Napěťová a frekvenční ochrana a gradient nárůstu**

V síťovém invertoru je integrovaná elektronická ochrana (frekvenční a napěťová). Elektronická ochrana bude nastavena dle PPDS, příloha č.4, článek 8.1, tabulka 2. Dále síťový invertor splňuje podmínku: při výpadku napětí v DS, se síťový invertor automaticky odpojí od DS a blokuje opětovné připojení do doby, kdy napětí v DS bylo 5 minut bez přerušení v hodnotách odpovídajících napětí sítě s gradientem nárůstu výkonu 10% instalovaného výkonu za minutu. Podmínkou pro uvedení zařízení do provozu je nutný protokol o nastavení a funkčnosti ochran, který musí být součástí nebo přílohou výchozí revizní zprávy.

Dále síťový invertor má více možností kontroly sítě:

Funkci ENS (kontroluje nepřetržitě stav sítě) - funkce ENS rozpozná abnormální síťové podmínky, především pak náhlé zvýšení síťové impedance.

Nastavení v síťovém invertoru: parametr - MENU - SETUP:

- U nadpětí 1.stupeň: 230V +10%, t-3s
- U nadpětí 2.stupeň: 230V +15%, t-0,2s
- U nadpětí 3.stupeň: 230V +20%, t-0,1s
- U podpětí: 230V -15%, t-1,5s
- f nadfr.: 52Hz, t-0,5s
- f podfr.: 47,5Hz, t-0,5s
- GPIS – gradient nárůstu výkonu – ON
- START TIME/INIT – doba spuštění střídače v s – 20s
- START TIME/RCON –čas opětovného připojení v s po závadě sítě – 300s

### b) Řízení jalového výkonu

V síťovém invertoru je osazena elektronická ochrana Q(U)). Elektronická ochrana bude nastavena dle PPDS, příloha č.4, článek 9.4, obrázek 9.

Nastavení v síťovém invertoru: parametr - MENU - SETUP:

Body charakteristiky Q (U):

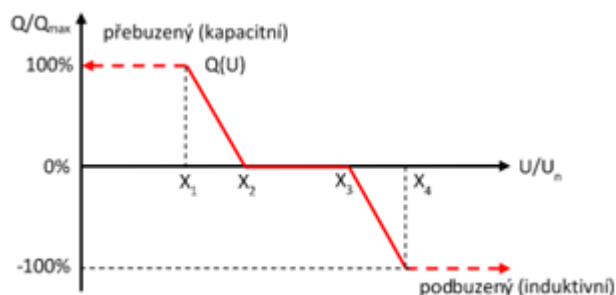
$$X1 = 0,94$$

$$X2 = 0,97$$

$$X3 = 1,05$$

$$X4 = 1,08$$

Doporučená časová konstanta 5 s.



### c) Přizpůsobení činného výkonu P(U)

V invertoru je integrovaná elektronická ochrana P(U)). Elektronická ochrana bude nastavena dle PPDS, příloha č.4, článek 9.3.3, obrázek 8.

Nastavení v síťovém invertoru: parametr - MENU - SETUP:

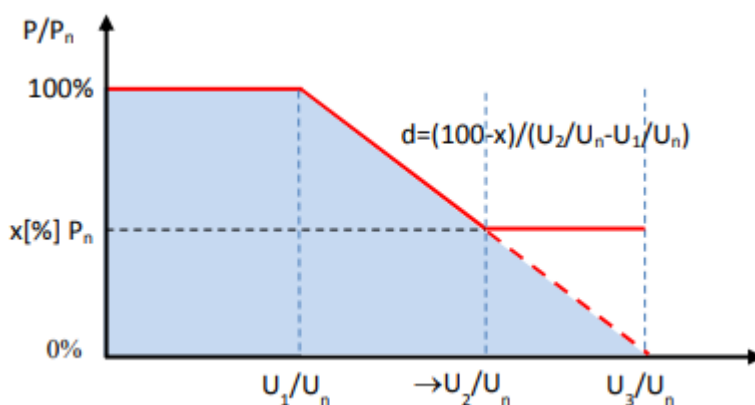
Body charakteristiky P(U):

$$U1/U_n = 109 \%$$

$$U2/U_n = 110 \%$$

$$U3/U_n = 111 \%$$

Doporučená časová konstanta 5 s





#### **d) Snížení výkonu při nadfrekvenci P (f)**

V síťovém invertoru je osazena elektronická ochrana P(f)). Elektronická ochrana bude nastavena dle PPDS, příloha č.4, článek 9.3.1, obrázek 5.

Nastavení v síťovém invertoru: parametr – MENU – SETUP:

El. výrobná připojená do DS, která se automaticky neodpojí, je schopná při kmitočtu nad 50,2Hz snižovat činný výkon gradientem 40 % na Hz.

#### **b) Dodržení neutrálního pásma účinníku pro zdroje do 16 A:**

Účinník výrobní za normálních ustálených provozních podmínek při dovoleném rozsahu tolerancí jmenovitého napětí musí být mezi 0,90 kapacitní a 0,90 induktivní za předpokladu, že výkon je nad 10% jmenovitého výkonu výrobní. Pokud je výkon na výstupu výrobní nižší než 10 % jmenovitého výkonu, nesmí jalový výkon tekoucí z/do výrobní překročit 10 % jeho jmenovitého výkonu., dle PPDS, příloha č.4, bod 9.4.2.

Bilance jalového výkonu je individuální záležitostí každé provozovny (s ohledem na konfiguraci výrobní a síťové parametry distribuční soustavy v přípojném bodě). Provozní režim fotovoltaických elektráren předpokládá roční využití instalovaného výkonu v úrovni 900 až 1100 hodin ročně. (FVE je provozována na většinu času na snížený nebo minimální výkon). Spotřeba činného výkonu nijak nesouvisí s potřebou jalového výkonu, nedodržení se projevuje v případě délky přípojky, trať a krytí výkonů induktivních spotřebičů, např. ventilátorů. Tyto zanedbatelné hodnoty v rámci kW a kVAr se v měsíčním vyúčtování můžou výrazně projevit.

Je nutno konstatovat, že bilance jalového výkonu závisí na skutečné konfiguraci odběrného místa a nejlépe je jí ověřit měřením po uvedení do provozu. Je třeba proto počítat s možností navýšení stávající kompenzace nebo v případě, že účinník bude kapacitní, s možností instalace statických kompenzačních prvků (tzv. dekompenzačních tlumivek), které je třeba vhodně spínat automaticky pouze v okamžiku potřeby (kvůli poměrně vysokým ohmickým ztrátám tlumivky).

### **10.Certifikace, schvalování, realizace, elektromagnetická kompatibilita EMC:**

Všechny výrobky, které podléhají povinnému schvalování a certifikaci ve smyslu zákona č.22/97 sb. O technických požadavcích na výrobky, musí být ve smyslu tohoto zákona vybaveny příslušnými schvalovacími certifikačními osvědčeními.

Předmětné el. zařízení je zařízení sloužící k výrobě el. energie a připojení na ochranu před účinky atmosférické elektřiny tj. vyhrazené el. zařízení ve smyslu vyhl. 20/79 Sb. A jeho montáž včetně revizí může provádět pouze organizace, která má k této činnosti oprávnění dle § 3 vyhl.20/79 Sb.

V souladu se zákonem č.50/76 sb.v platném znění § 47, nesmí bez těchto dokumentů dojít k instalaci těchto výrobků a zařízení.

Dodavatelská a montážní organizace FVE systému stanoví způsob zajištění bezpečnosti při práci pro výstavbu i budoucí provoz dle § 9 vyhl. 48/82 Sb.

Dle zákona o technických požadavcích na výrobky č. 22/97 Sb. a nařízení vlády č. 169/97 Sb. musí být přístroje včetně vybavení a instalací provedeny a instalovány tak, aby elektromagnetické rušení, které způsobují, nepřesáhlo povolenou úroveň a

naopak musí mít odpovídající odolnost vůči vystavenému elektromagnetickému rušení, která jim umožňuje provoz v souladu se zamýšleným účelem.

Dle ČSN 33 2000-1 ed.2 odst. 131.6.2 (Osoby, hospodářská zvířata, i majetek musí být chráněny před poškozením v důsledku nadměrného napětí, které může vzniknout z jiných příčin, např. atmosférickými jevy, spínacími přepětími).

## 11. Vliv na životní prostředí

Vlastní provoz nijak nenaruší životní prostředí. Použité materiály - silové kabely, ochranné trubky, pilíře, skříně, a drobný montážní materiál jsou vůči okolí fyzicky a chemicky neutrální. Po dobu výstavby nedojde k podstatnému narušení životního prostředí a nebude omezen provoz na komunikacích. Po ukončení stavby bude terén uveden do původního stavu. Kácení vzrostlé zeleně se nepředpokládá. Při zemních pracích nutno dodržet ČSN 736005. FVS během svého provozu nevytváří žádné emise, takže nemá negativní vliv na životní prostředí.

## 12. Ochrana zdraví a bezpečnost při práci

Provozovatel je povinen řídit se při uvádění do provozu a provozování podmínkami dle ČSN 50110-1, ČSN 50110-2 a souvisejících platných norem. Obsluhou elektrického zařízení mohou být provozovatelem pověřováni jen pracovníci alespoň poučení, údržbu a opravy mohou provádět jen pracovníci znalí ve smyslu vyhlášky 50/78.

Všechny dotčené a nově instalované rozvaděče je nutné opatřit příslušnými bezpečnostními tabulkami. Bezpečnostní tabulky, musí být trvale a napevno nainstalovány ve všech rozvaděčích, přes které je realizováno vyvedení výkonu z generátoru do místní distribuční sítě.



- Poloha kabelů bude dle potřeby označena zemním kabelovým štítkem.
- Veškeré elektromontážní práce musí být provedeny dle platných norem a předpisů.
- Při předávání stavby do provozu musí být dokumentace opravena dle skutečného stavu.
- Před uvedením do provozu je nutno provést výchozí revizi a tu archivovat po dobu životnosti elektrického zařízení.

### **13. Obsluha a údržba elektrického zařízení**

#### **1) Činnosti, které může provádět osoba bez elektrotechnické kvalifikace**

- Po jednom roce provést kontrolu mechanických úchytů FV panelů, Al. konstrukcí a jejich dotažení.
- Zabránit velkému množství sněhu na FV panelu, v zimních měsících
- Vizuální kontrola FV panelů

#### **2) Činnosti, které může provádět osoba s příslušnou vyhláškou č.50/78 Sb**

- „VAROVÁNÍ“ – úraz elektrickým proudem může být smrtelný. Nebezpečí poranění síťovým napětím
- Zkontrolovat naměřené hodnoty jednotlivých stringů.
- „POZOR“ – při užívání sériového zapojení, je výsledné napětí vysoké, a hrozí nebezpečí elektrických výbojů.
- Před veškerými pracemi na připojení el. výroby zajistěte, aby strany DC, AC, byly odpojeny od proudu.
- Po jednom roce překontrolovat: dotažení svorek, jističů, pojistkových odpojovačů uložení a stav izolace jednotlivých vodičů a kabelů v rozváděči
- upevnění a správnost funkce všech přístrojů v rozváděči
- označení jednotlivých přístrojů
- Po třech letech, je provedena pravidelná revize, dle normy ČSN 331500, ČSN 33 2000-6, ČSN 33 2000-7-712 ed.2.

### **14. Periodická revize**

Po třech letech, je provedena pravidelná revize, dle normy ČSN 331500, ČSN 33 2000-6, ČSN 33 2000-7-712 ed.2. Periodická revize, bude obsahovat:

- Výše uvedené úkoly (obsluha a údržba el. výroby)
- Kontrola izolačního stavu kabelů
- Funkční zkouška nastavení síťových ochran, včetně odzkoušení gradientu nárustu

### **15. Závěr**

Při montáži modulů a inverterů nutno dodržet podmínky výrobce. Veškerá připojení musí být v souladu s planou legislativou, zejména Zákonem č. 458/2000 Sb. v platném

023-2022- Fotovoltaická elektrárna 7,2kWp s akumulací 6,2 kWh

znění, Zákonem č. 180/2005 Sb. v platném znění, vyhláškou ERÚ č.51/2006 Sb., Pravidly provozování distribuční soustavy (PPDS), platnými ČSN a připojovacími podmínkami Distribuce.