

D.1.4.1 Technická zpráva

VILADŮM PRO UČITELE

*Viladům pro učitele
p.č. 2668/5, 2668/6, 2668/12
k.ú. Černošice*

Zodpovědný projektant

Bohumil Sýkora

*Autorizovaný technik v oboru technika prostředí staveb, elektrotechnická zařízení pod číslem
0201716*

Číslo v deníku autorizované osoby:

Zpracováno v období

Únor 2022

Verze dokumentu

První vydání

Technická zpráva

Obsah

| | | |
|------|---|----|
| 1 | Identifikační údaje..... | 3 |
| 2 | Všeobecně..... | 4 |
| 3 | Stanovení vnějších vlivů..... | 6 |
| 4 | Ochrana před úrazem elektrickým proudem..... | 6 |
| 5 | Základní technické parametry..... | 7 |
| 6 | Technické řešení připojení..... | 7 |
| 7 | Požárně bezpečnostní řešení..... | 8 |
| 8 | Odpojení FVE od distribuční sítě..... | 8 |
| 9 | Fotovoltaické moduly..... | 8 |
| 10 | Fotovoltaické střídače..... | 9 |
| 10.1 | Rozváděče..... | 11 |
| 11 | Pravidla pro paralelní provoz zdrojů se sítí..... | 12 |
| 11.1 | Provozní frekvenční rozsah RoCoF..... | 12 |
| 11.2 | Rozsah trvalého provozního napětí..... | 12 |
| 11.3 | Krátkodobé přepětí – HVRT..... | 12 |
| 11.4 | Napěťový a frekvenční ochrana a gradient nárůstu..... | 13 |
| 11.5 | Krátkodobý pokles napětí – LVRT..... | 13 |
| 11.6 | Snížení výkonu při nadfrekvenci $P(f)$ | 14 |
| 11.7 | Snížení výkonu při podfrekvenci $P(f)$ | 15 |
| 11.8 | Snížení výkonu závislé na napětí $P(U)$ | 15 |
| 11.9 | Řízení jalového výkonu $Q(U)$ | 16 |
| 12 | Ochrana proti přepětí..... | 16 |
| 12.1 | DC ochrana fotovoltaického systému..... | 16 |
| 12.2 | Ochrana napájecí sítě AC..... | 17 |
| 13 | Vnější a vnitřní ochrana před bleskem..... | 17 |
| 13.1 | Vnější ochrana..... | 17 |
| 13.2 | Vnitřní ochrana..... | 17 |
| 14 | Kabelová část..... | 18 |
| 14.1 | Kabelová trasa DC..... | 18 |
| 14.2 | Kabelová trasa AC..... | 18 |
| 14.3 | Kabelové prostupy..... | 18 |
| 15 | Regulace výkonu FVE..... | 19 |
| 16 | Certifikace, schvalování, realizace, EMC..... | 19 |
| 17 | Vliv stavby na životní prostředí..... | 20 |
| 18 | Ochrana zdraví a bezpečnost při práci..... | 20 |
| 19 | Obsluha a údržba výroby el. energie..... | 21 |
| 20 | Periodická revize..... | 21 |
| 21 | Závěr..... | 21 |

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**ÚDAJE O STAVBĚ***Název stavby:***VILADŮM PRO UČITELE***Místo stavby:**Adresa:**ulice Kladenská
252 28 Černošice**Na pozemcích:**parc. č. 2668/5, 2668/6, 2668/12**Katastrální území:**Černošice [620386]**Souřadnice GPS:**49.9464025N, 14.3250192E**Nadmořská výška:**240 m n. m.***Údaje o objednateli****MĚSTO ČERNOŠICE****Karlštejnská 259****252 28 Černošice***kontaktní osoba: Mgr. Filip Kořínek**tel: +420 604 851 754**email: filip.korinek@mestocernosice.cz***Údaje o zpracovateli projektové dokumentace***Název:***DEKPROJEKT s.r.o.***Adresa sídla:**Tiskařská 257/10
108 00 Praha 10 – Malešice**IČO:**27642411**DIČ:**CZ699000797**Vypracoval:**Ing. Antonín Navrátil**Kontroloval:**Ing. Leoš Martiš**Zodpovědný projektant:**Bohumil Sýkora**Autorizovaný technik v oboru technika prostředí staveb,
elektrotechnická zařízení pod číslem 0201716*

2 Všeobecně

Projekt řeší instalaci fotovoltaického systému o jmenovitém výkonu 11,25 kWp. Jedná se o fotovoltaický systém, kde vyrobená el. energie je zpracována výrobcem v daném odběrném místě a přebytek el. energie je využit pro ohřev TV nebo je distribuován do DS. Předpokládaná výroba systému je 10,43MWh/rok.

Fotovoltaický systém bude umístěn na střeše novostavby viladomu pro učitele, parc. č. 2668/5, 2668/6, 2668/12, k.ú. Černošice, kde bude umístěno celkem 25 ks fotovoltaických modulů o jmenovitém výkonu 450Wp a fotovoltaický střídač o nominálním výkonu 10kW. Projekt je zpracován podle požadavků zadavatele a je v souladu s platnými ČSN, vyhláškami a směnicemi. Jako technické podklady, byla použita dokumentace výrobců komponent 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

- *Nařízení vlády 17/03 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na elektrické zařízení nízkého napětí, které je v souladu se směrnicí Rady 73/23/EHS z 19. 2. 1973 ve znění směrnice Rady 93/68/EHS.*
- *Nařízení vlády 18/03 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility, které je v souladu se směrnicí Rady 89/336/EHS ze 3. 5. 1989 ve znění směrnice Rady 91/263/EHS, 92/31/EHS, 93/68/EHS.*
- *Nařízení vlády 24/03 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na strojní zařízení, které je v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a Rady 98/37/ES z 22. 6. 1998 ve znění směrnice Evropského parlamentu a Rady 98/79/ES.*
- *Nařízení vlády 178/97 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky.*
- *Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a změně a doplnění některých zákonů.*
- *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:*
 - *ČSN IEC 617-1 – značky pro elektrotechnická schémata*
 - *ČSN 330010 – elektrická zařízení, rozdělení a pojmy*
 - *ČSN 330120 – normalizace napětí IEC*
 - *ČSN EN 60529 – stupně ochrany, krytí IP kód*
 - *ČSN 330340 – ochranné kryty elektrických zařízení a předmětů*
 - *ČSN 330360 – místa připoj. Ochranných vodičů na elektrických předmětech*
 - *ČSN 332000-1 ed.2 – el. instalace budov, část 1, rozsah platnosti, účel*
 - *ČSN 332000-4-41 ed.2 – ochrana před úrazem elektrickým proudem*
 - *ČSN 332000-4-42 – ochrana před účinky tepla*
 - *ČSN 332000-4-43 – ochrana proti nadproudům*

- ČSN 332000-4-45 – ochrana před podpětím
- ČSN 332000-4-47 – použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti, odd.471: opatření
- před úrazem el. proudem
- ČSN 332000-4-473 – použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti, odd.473: opatření
- k ochraně proti nadproudům
- ČSN 332000-5-51 ed.3 – výběr a stavba el. zařízení, všeobecná ustanovení
- ČSN 332000-5-52 – výběr a stavba el. zařízení, výběr soustav a stavba vedení
- ČSN 332000-5-54 ed.2 – 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 332030 – ochrana před nebezpečnými účinky statické elektřiny
- ČSN EN 62305-1/4 ed.2 – ochrana před bleskem
- ČSN EN 50110-1 ed.2 – obsluha a práce na elektrickém zařízení
- ČSN EN 61310-1 ed.2 – bezpečnostní tabulky pro elektrická zařízení
- ČSN ISO 3864 – bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky
- ČSN 380810 – použití ochran před přepětím v silnoprůdých zařízeních
- ČSN EN 61439-1 ed.2 – rozváděče NN, typové a částečně typově zkoušené rozváděče

Připojení k distribuční soustavě:

Smlouva o připojení výroby k distribuční soustavě na napěťovou hladinu 0,4 kV.

Způsob provozu výroby:

Dle §28 energetického zákona

Instalovaný výkon výroby:

11,25kWp

Rezervovaný výkon výroby:

11,25kW

3 STANOVENÍ VNĚJŠÍCH VLIVŮ

Dle vyhl. č. 73/2010 je zařízení zařazeno do třídy I. a skupiny D.

Dle samostatně zpracovaného dokumentu Stanovení vnějších vlivů.

4 OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

Ochrana před úrazem elektrickým proudem je řešena dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2 .

Druh ochranného opatření

- *automatické odpojení od zdroje v síti TN:*
ČSN 33 2000-4-41 ed.2 čl. 411; ČSN EN 61140 ed.2 čl. 601
- *Dvojitá nebo zesílená izolace:*
ČSN 33 2000-4-41 ed.2 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.2 čl. 5.1.
- *Základní izolace živých částí:*
ČSN 33 2000-4-41 ed.2 příloha A, čl. A1; ČSN EN 61140 ed.2 čl. 5.1.1
- *Přepážky nebo kryty:*
ČSN 33 2000-4-41 ed.2 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.2 čl. 412.1.1.; ČSN EN 61140 ed.2 čl. 5.2.1.
- *Ochranné pospojování:*
ČSN 33 2000-4-41 ed.2 čl. 411.3.1.2.; ČSN EN 61140 ed.2 čl. 5.2.2.
- *Automatické odpojení od zdroje:*
ČSN 33 2000-4-41 ed.2 čl. 411.3.2.; ČSN EN 61140 ed.2 čl. 5.2.5.

Doplňková ochrana

- *Doplňující ochranné pospojování:*
ČSN 33 2000-4-41 ed.2 čl. 415.2.

5 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY

Strana DC:

Počet fotovoltaických panelů: 25 ks

Napěťová soustava fotovoltaických panelů: 200 - 1000V, DC, IT

Max. výkon 1 fotovoltaického panelu: 450 Wp

Max. výkon soustavy panelů: 11,25 kWp

Strana AC:

Počet fotovoltaických inverterů: 1 ks

Max. výstupní výkon invertoru: 10,0 kW

Max. výstupní proud invertoru: 3x 14,4 A

Napěťová soustava inverterů: 3+PE+N AC 50 Hz, 3x230V/400V TN-S

6 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ PŘIPOJENÍ

Soustava fotovoltaických panelů bude produkovat elektrickou energii, která bude spotřebována pro vlastní spotřebu objektu nebo využita pro ohřev TV a přebytek bude distribuován do DS. Fotovoltaický systém musí obsahovat všechny nezbytné komponenty pro montáž na střechu objektu, kabelový rozvod, síťový inverter, akumulátor, rozváděč el. výroby RFVE.

FVE systém bude tvořen stacionárními FV panely o celkovém počtu 25 kusů, o jmenovitém výkonu 450Wp. Sklon každého FV panelů vůči horizontální rovině je dán pomocnou konstrukcí umístěnou na střeše objektu, se sklonem FV panelů 10°.

FV panely budou propojeny do sériových sekcí: 1x 13ks a 1x 12ks. Tyto sériové sekce budou zapojeny přes speciální MC konektory, které budou pevně připojeny k FV panelu. MC konektory jednotlivých FV panelů budou propojeny speciálním ohebným solárním vodičem o průřezu 6mm². Solární vodiče musí být uspořádány tak, aby oba vodiče (+/-) byly co nejbližší k sobě a vždy v jedné chrániče (elektroinstalační liště / trubka) tak, aby byl minimalizován vznik vnějších polí a bludných proudů.

Kladný (+) a záporný (-) pól sériového propojení fotovoltaických panelů bude jištěn elektronickou pojistkou uvnitř inverterů a chráněn přepětovou ochranou.

Ve fotovoltaickém střídači ST bude výkon z FV panelů, transformován na 3-fázové střídavé napětí 3x230V/400V/50 Hz, které bude připojeno přes rozváděč RFVE do rozváděče společné spotřeby RS. Rozváděč RFVE musí obsahovat jištění a přepětovou ochranu na straně AC. Fotovoltaický střídač musí být vybaven bezpečnostní ochranou zajišťující automatické odpojení od sítě v případě ztráty napětí, tj. nesmí dodávat do sítě NN žádné napětí v případě výpadku napájecí sítě.

Nosná konstrukce FV systému

FVE systém (FV panely) musí být instalován na spojitě Al / FeZn konstrukci. Konstrukce nebude kotvena do konstrukce střechy, viz. výkresová dokumentace, bude řešena jako přitížená.

Konstrukce se bude skládat zejména z nosných Al / FeZn lišt, na kterých budou připevněny fotovoltaické panely. Nosné lišty budou položeny na konstrukci střechy a přitíženy betonovou zátěží dle výpočtu výrobce konstrukce. Fotovoltaické panely budou připevněny ke konstrukci krajními a středními příchytkami určenými k použití s navrženým systémem.

Hmotnost panelů, typová konstrukce a přitížení je průměrně 16,93 kg/m² (průměrná hmotnost celkovou plochu střechy). Vzhledem k typové konstrukci a technickému stavu střechy se nepředpokládá žádné konstrukční úpravy.

Projektovaný systém nosné konstrukce: Renusol FS10S

7 POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ

Viz samostatná zpráva.

8 ODPOJENÍ FVE OD DISTRIBUČNÍ SÍTĚ

Odpojení FVE od distribuční sítě lze provést vypnutím hlavního jističe v elektroměrovém rozváděči (RE), který je umístěn v budově, stiskem tlačítka „Centrál stop“ nebo „Total stop“ (budou-li v budově osazena), případně dálkovým odpojením z elektro dispečinku ČEZ Distribuce a.s.. Elektroměrový rozváděč bude opatřen textovou tabulkou „Odpojení FVE od distribuční sítě“. Elektroměrový rozváděč bude rovněž označen značkou jako „Zařízení pod napětím“.

9 FOTOVOLTAICKÉ MODULY

Minimální jmenovitý výkon modulu 450Wp, Rozměry 2094x1038x35, Napětí na prázdno Uoc: minimálně 50,1V; Optimální napětí Umpp: minimálně 41,39 V; Optimální proud Impp: minimálně 10,88 A; Maximální systémové napětí: 1000 V. Produktová záruka fotovoltaického panelu min. 15let (záruka na mechanické a výrobní vady), výkonnostní záruka panelu min. 25 let na 85% nominálního výkonu. Výstupní parametry odpovídají standardním testovacím podmínkám, vztaženy jsou ke slunečnímu záření 1kW/m², spektrum 1,5 G, měřeno při teplotě článků 25°C.

Před připojením fotovoltaického stringu je nutné přezkontrolovat, zda výrobcem uvedená hodnota napětí pro fotovoltaický modul odpovídá skutečné hodnotě. Při měření napětí je nutné zohlednit, že fotovoltaický modul za nízkých teplot a konstantního osvětlení dodává vyšší napětí na prázdno. Při vnější teplotě -10°C, nesmí napětí na prázdno v žádném případě přesáhnout 1000V. Platné teplotní koeficienty pro výpočet teoretického napětí naprázdno lze najít v datovém listu fotovoltaického modulu.

Projektované fotovoltaické moduly: Axitec AXIpremium XL HC AC-450MH/144V

Princip fotovoltaického modulu

Křemík má ve své vnější elektronové vrstvě čtyři elektrony, které jsou vázány na atomové jádro, takzvané valenční elektrony. Fotony, tedy sluneční světlo, pronikají do fotovoltaických článků a svou energii přenášejí na valenční elektrony. Elektron se poté uvolní od atomu křemíku a zanechá pozitivně nabitý atom. Aby volné elektrony proudily jedním směrem a tím vytvářely proud, musí mít přední a zadní strana článku rozdílnou polaritu. Atomy křemíku na přední straně jsou obklopeny malým množstvím atomů fosforu, které obsahují dodatečný valenční elektron. V článcích na zadní straně jsou přidány atomy boru, které mají valenční elektrony. Takto vzniklá nerovnováha mezi kladným a záporným pólem uvádí elektrony do pohybu - vzniká proud. Mnoho těchto fotovoltaických článků uzavřených pohromadě za sklem nyní tvoří fotovoltaický panel.

DC odpojovače modulů

Fotovoltaické moduly budou (vždy po dvou kusech v sérii) napojeny do DC odpojovačů. Odpojovače zajistí v případě výpadku napájení na straně AC odpojení modulů od střídačů a zároveň nízkou hodnotu napětí na modulech. Řídící jednotka odpojovačů bude umístěna vedle rozváděče RFVE v místnosti 1.09 (technická místnost).

Projektované DC odpojovače modulů: ZJBENY Rapid Shutdown BFS-11

Projektovaná řídící jednotka: ZJBENY Rapid Shutdown BFS-ESW11

10 FOTOVOLTAICKÉ STŘÍDAČE

Provoz střídače musí být plně automatický. V momentě, kdy je po východu slunce vyroben dostatečný výkon z fotovoltaických panelů, začnou pracovat řídící a regulační jednotky sledování síťového napětí a síťové frekvence. Při dostatečném slunečním záření začne fotovoltaický střídač s napájením. Střídač pracuje tak, aby odvedl maximálně možný výkon z fotovoltaických panelů. Tato funkce se označuje MPPT (Maximum Power Point Tracking) a je prováděna s velmi vysokou přesností. Jakmile nastane soumrak a energie již nestačí, k napájení proudu do sítě, oddělí střídač spojení se sítí a zastaví provoz. Všechny nastavení a data samozřejmě zůstávají uloženy. Střídač, přebírá i úkol kontroly sítě, je naprogramován tak, aby při síťové nesrovnalosti (např. vypadnutí sítě, přerušení sítě) ihned přerušil provoz a napájení do sítě. V případě překročení napětí naprázdno u fotovoltaických panelů přes 1000V dojde ke zničení střídače.

Popis fotovoltaického střídače

Výstupní výkon 20,0 kW, výstupní proud 3x 28,8A, napětí 3x230V/400V, +10/-15%, výstupní frekvence 50 +/-0,2Hz, účinník $\cos \varphi$ 1, max. vstupní výkon FV panelů 30,0kWp, vstupní napětí 200-1000V, max. Vstupní napětí 1000V, rozměry v krytí IP65 725x510x225, váha 43,4kg. Střídač musí splňovat normu 50438:2013, musí vyhovovat podmínkám dle PPDS, produktová záruka minimálně 5let. Střídač musí mít krytí IP65 pro možnou instalaci vně budovy.

Projektovaný střídač: Fronius Symo 10.0-3-M LAN

Výběr místa

Střídač bude osazen v místnosti 1.09 (technická místnost). Předpokládá se, že tato místnost bude tvořit samostatný požární úsek, v tomto prostoru není trvalé pracovní místo.

- *Odpor střídavého vedení mezi střídačem a rozvaděčem RFVE, by neměl být vyšší než 0,5 Ohmu, typ kabelu musí být dodržen dle výkresové části dokumentace.*
- *Okolní teplota nesmí být nižší než -25°C a vyšší než +60°C.*
- *Vzdálenost horního okraje zařízení střídače od stropu měla být alespoň 50cm.*
- *Zařízení instalovat na pevnou, kolmou zeď.*
- *Zařízení invertoru by nemělo být instalováno v prostorách s velkou prašností.*
- *Střídač nesmí být instalován v prostorách s velkou prašností vodivých částic (např. ocelové piliny).*
- *Při montáži střídače by měl být displej pod úrovní výšky očí. Tím je zajištěna optimální čitelnost displeje.*

Průběh funkce

Střídač musí být vybaven pro zcela automatické řízení provozu. Pro dodávání proudu do sítě není zapotřebí žádného ovládání. Střídač se spouští automaticky v okamžiku, kdy fotovoltaické panely začnou po východu slunce podávat dostatečný výkon. Od tohoto okamžiku začíná zobrazovat informace o zařízení na svůj grafický displej. Během provozu, udržuje střídač napětí fotovoltaických modulů stále v oblasti optimálního odběru výkonu.

- *Optimální napětí pro aktuální provozní stav fotovoltaických modulů se označuje jako napětí MPP (MPP = Maximum Power Point).*
- *Přesné udržování napětí MPP zaručuje v každém okamžiku optimální účinnost fotovoltaických modulů (MPP-Tracking).*
- *V okamžiku, kdy se začne stmívat a není již dostatek energie pro napájení sítě se střídač zcela odpojí od sítě.*
- *Během noci neodebírá střídač z veřejné sítě žádnou energii.*
- *Uložené hodnoty a nastavení zůstanou zachovány.*
- *Odpojení lze provést i manuálně.*

Připojení sítě

Provoz střídače je plně automatický. Při připojování k síti pracuje takto:

- *Je-li na svorkách vstupu stejnosměrného proudu k dispozici sluneční energie, aktivují se moduly DC (stejnosměrného proudu) a začnou pracovat.*
- *Moduly DC začnou dodávat energii do sběrnice DC na 1000V.*
- *Moduly AC (střídavého proudu) přijímají energii ze sběrnice DC a začnou pracovat.*
- *Pokud napětí stejnosměrného vstupu (DC) překročí 200 V, modul DC umožní provoz sítě.*
- *Modul střídavého proudu (AC) kontroluje, zda jsou podmínky sítě v pořádku a provede auto test funkce ENS. Modul AC monitoruje podmínky sítě a poté se připojí do sítě AC.*

Dodávání energie do sítě

Po připojení sítě přejdou moduly DC do režimu MPPT a řídí vstupní napětí tak, aby dosáhlo maximálního přenosu energie. Během připojení sítě musí být monitorovány všechny parametry střídače a sítě.

Odpojení od sítě

Pokud je sluneční záření nedostatečné pro generování energie do sítě (když je interní spotřeba energie ve střídači zhruba shodná s dostupnou fotoelektrickou energií), odpojí se od ní a přejde do pohotovostního režimu. Střídač nadále monitoruje dostupnou fotoelektrickou energii. Pokud se do pěti minut začne znovu vytvářet dostatečná fotoelektrická energie, zahájí se nová procedura připojení sítě. Pokud nebude po dobu 5 minut dostupná žádná fotoelektrická energie, přejde z úsporných důvodů do režimu vypnutí. I v režimu vypnutí je však dostupná fotoelektrická energie monitorována a případně zahájena procedura připojení sítě.

10.1 Rozváděče

Elektroměrový rozváděč RE

Umístění elektroměrového rozváděče: stávající

Hlavní jistič v RE: 3x 25A

Rozváděč musí být upraven tak, aby splňoval podmínky provozovatele lokální distribuční soustavy a zároveň PPDS.

Bude použit čtyřkvadrantní elektroměr s průběhovým měřením, který bude zaznamenávat všechny toky činné a jalové elektrické energie.

Rozváděč RFVE

Umístění: rozváděč bude umístěn v objektu – v místnosti 1.09 (technická místnost).

Rozváděč RFVE bude typová plastová nebo oceloplechová skříň 56M, v krytí IP40/IP20. Skříň bude konstrukčně řešena k připevnění na stěnu. Přívod a vývody vedeny spodem. Jmenovitý proud rozváděče In AC-16A, In DC-25A. Rozváděč RFVE bude připojen z rozvaděče RS kabelem CYKY-J 5x 4. Odpor střídavého vedení mezi místem napojení v rozvaděči RS a rozváděčem RFVE, by neměl být vyšší než 0,5 Ohmu. V rozvaděči RFVE bude umístěno i jištění pro DC odpojovače modulů, umístěné na střeše na konstrukci u FV panelů. Napájení DC odpojovačů modulů bude provedeno kabelem CYKY-J 2x1,5, který bude uložen po celé své trase pod omítkou. Vnitřní zapojení rozváděče el. výroby je zřejmé z výkresové části této dokumentace. Veškeré podrobnosti jsou uvedeny v metodice Požadavky na zařízení pro regulaci a ovládaní obnovitelných zdrojů připojovaných do distribuční soustavy a všechny instalované ochrany musí být v souladu s přílohou č. 4 PPDS.

Rozváděč spol. spotřeby RS

Doplnění rozváděče RFVE pro jištění vývodů pro rozváděč RS je zřejmé z výkresové části této dokumentace.

11 PRAVIDLA PRO PARALELNÍ PROVOZ ZDROJŮ SE SÍTÍ

Případné změny oproti uvedenému mohou být obsahem obchodně-technického vyjádření provozovatele distribuční soustavy ČEZ Distribuce a.s..

11.1 Provozní frekvenční rozsah RoCoF

Výrobní moduly (od 11kW včetně do 100kW včetně) se nesmí odpojit v případě časové změny frekvence sítě (RoCoF) do hodnoty ± 2 Hz/s, přičemž RoCoF je měřena jako střední hodnota derivace frekvence v časovém intervalu 500ms.

Nastavený střídač musí být pro provoz na síti NN v souladu s PPDS, příloha č.4, článek 9.1.1, tabulka 6:

| Rozsah frekvence | Doba trvání |
|------------------|-------------|
| 47 – 47,5 Hz | 20 s |
| 47,5 – 48,5 Hz | 30 min* |
| 48,5 – 49 Hz | 90 min* |
| 49 – 51 Hz | neomezeně |
| 51 – 51,5 Hz | 30 min |

11.2 Rozsah trvalého provozního napětí

Výrobní elektriny (od 11kW včetně do 100kW včetně) musí být schopny trvalého provozu, pokud napětí v místě připojení zůstává v rozsahu $U_n - 15\%$ až $U_n + 10\%$. Pokud je napětí nižší než U_n , je dovoleno snížení výstupního výkonu odpovídající relativní změně napětí $(U_n - U)/U_n$.

11.3 Krátkodobé přepětí – HVRT

Výrobní moduly musí být schopny zůstat připojeny, pokud napětí na vývodech nepřekročí horní mez rozsahu napětí pro trvalý provoz až do úrovně 120% dohodnutého napětí po dobu 1 sekundy, a 115% deklarovaného napětí po dobu 60 sekund. U sítí nízkého napětí musí být vyhodnoceno nejvyšší fázové napětí, nebo tam kde není dostupné fázové nejvyšší sdružené napětí, zatímco u sítí vysokého napětí a 110 kV musí být vyhodnoceno nejvyšší sdružené napětí.

11.4 Napět'ový a frekvenční ochrana a gradient nárůstu

Ve střídači nebo v rozváděči RFVE musí být osazena frekvenční a napět'ová ochrana, která musí být dle požadavků PPDS třístupňová. Výrobna se prostřednictvím ochrany připojí k distribuční soustavě v okamžiku, kdy napětí v distribuční soustavě bylo v předcházejících 20 minutách bez přerušení v hodnotách uvedených ve vztahu ke jmenovitému napětí.

Podmínkou pro uvedení zařízení do provozu je nutný protokol o nastavení a funkčnosti ochrany, který musí být součástí nebo přílohou výchozí revizní zprávy.

Nastavené ochrany musí být pro provoz na síti NN v souladu s PPDS, příloha č.4, článek 8.2, tabulka 5:

| funkce | Rozsah nastavení | Doporučené nastavení ochrany | |
|------------------------------------|------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Nadpětí 3. Stupeň U >> | 1,00 – 1,30 Un | 1,25 Un | 0,1 s |
| Nadpětí 2. stupeň U >> | 1,00 – 1,30 Un | 1,2 Un | nezpožděně (5s) ⁽⁴⁾ |
| Nadpětí 1. stupeň U > | 1,00 – 1,30 Un | 1,15 Un ⁽¹⁾ | ≤ 60 s |
| Podpětí 1. stupeň U < | 0,10 – 1,00 Un | 0,7 Un | 0 – 2,7 s ¹⁾ |
| Podpětí 2. stupeň U << | 0,10 – 1,00 Un | 0,3 Un (0,45 Un) ⁽²⁾ | ≥ 0,15 s |
| nadfrekvence f > | 50 – 52 Hz | 51,5 Hz | ≤ 100 ms |
| podfrekvence f < | 47,5 – 50 Hz | 47,5 Hz ⁽⁴⁾ | ≤ 100 ms |
| Jalový výkon/ podpětí (Q• & U<) | 0,70 – 1,00 Un | 0,85 Un | t1 = 0,5 s |

(1) Pro 1. stupeň nadpětí se použijí 10-minutové hodnoty odpovídající ČSN EN 50160. Výpočet 10- minutové hodnoty musí odpovídat 10 minutové agregaci podle ČSN EN 61000-4-30, tříde S. Tato funkce musí být založena na průměrné efektivní hodnotě napětí v intervalu 10 minut. Odchylka od ČSN EN 61000-4-30 spočívá v klouzavém měřicím okně.

Pro porovnání s vypínací mezí postačí výpočet nové 10-minutové hodnoty nejméně každé 3 s.

(2) Tento napět'ový stupeň vyvolá rychlé odpojení od sítě při blízkých zkratech. Nastavení 0,3 Un se volí pro výrobní připojené do sítě 110 kV a napětí měřené na straně vn (odpovídá mu cca 15 % Un v přípojném bodě. Nastavení 0,45 Un se volí pro výrobní připojené do sítě vn a při měření napětí na straně nižšího napětí.

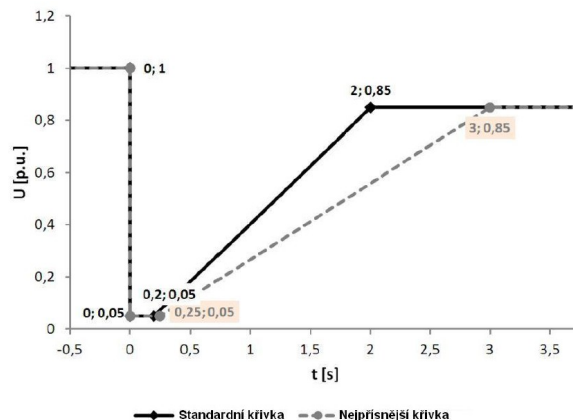
(3) Toto nastavení je závislé na výkonu výrobní a knitočtové závislém přizpůsobení výkonu.

11.5 Krátkodobý pokles napětí – LVRT

Dynamickou podporou sítě se rozumí udržování napětí při poklesech napětí v síti **vv** a **zv**, zamezující nežádoucímu odpojení výkonů napájejících sítě **nn**, **vn** a rozpadu sítě. Proto se musí i výrobní v sítích **nn**, **vn** a 110 kV podílet na dynamické podpoře sítě. To znamená, že musí být technicky schopné zůstat připojené i při poruchách v síti, při kterých dochází k poklesům napětí. To se týká všech druhů zkratů (jedno-, dvou-, i třífázových). U výroben připojených do sítě **nn** se

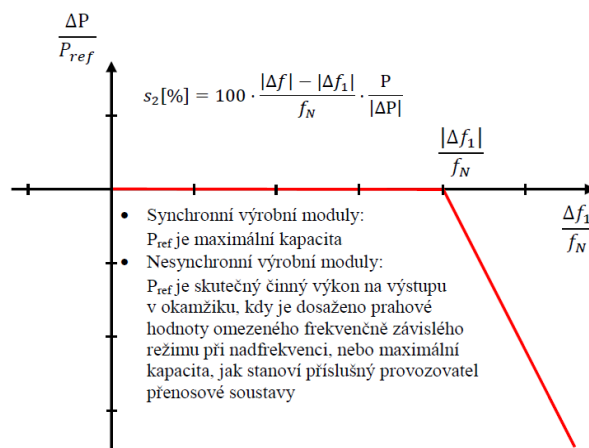
hodnotí nejmenší fázové napětí, a pokud není střední vodič, pak nejmenší sdružené napětí. U výroben v sítích vn a 110 kV se hodnotí nejmenší sdružené napětí.

Schopnost překlenutí poruchy pro výrobní se střídačem na výstupu:



11.6 Snížení výkonu při nadfrekvenci P(f)

Ve střídači musí být osazena elektronická ochrana P(f)). Výrobní modul musí být schopen aktivovat poskytování frekvenční odezvy činného výkonu při prahové hodnotě frekvence a při nastavení statiky, jež stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy pro svou regulační oblast v koordinaci s provozovatelem přenosových soustav téže synchronně propojené oblasti, aby byl zajištěn minimální dopad na sousední oblasti (prahová hodnota frekvence musí být mezi 50,2 Hz a 50,5 Hz včetně, nastavení statiky musí být mezi 2 % a 12 %;)



P_{ref} je referenční činný výkon, ke kterému je vztažena ΔP ; pro synchronní výrobní moduly a pro nesynchronní výrobní moduly může být stanoven různě.

ΔP je změna činného výkonu na výstupu z výrobního modulu.

f_n je jmenovitá frekvence (50 Hz) v soustavě

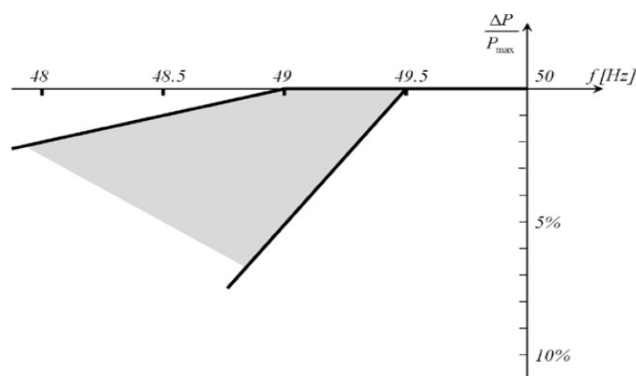
Δf je odchylka frekvence v soustavě.

Při nadfrekvencích, kdy Δf je vyšší než Δf_1 , musí být výrobní modul schopen snížit činný výkon na výstupu v souladu se statistikou s2.

11.7 Snížení výkonu při podfrekvenci P(f)

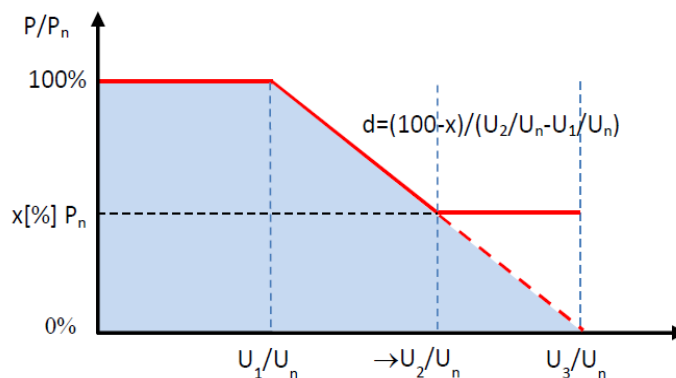
Příslušný provozovatel přenosové soustavy definuje dovolené snížení činného výkonu z maximální hodnoty se snižující se frekvencí v rozsahu mezi plnými čarami

Maximální snížení činného výkonu s klesajícím kmitočtem:



11.8 Snížení výkonu závislé na napětí P(U)

Všechny výrobní připojené pomocí střídače s výkonem do 16A na fázi včetně a dále všechny výrobní s výkonem nad 16A na fázi připojené do distribuční soustavy na hladině nn budou vybaveny generátory s funkcí pro řízení napětí činným výkonem. Konkrétní hodnoty funkce $P(U)$, znázorněné na obrázku stanoví podle síťových podmínek provozovatel distribuční soustavy, ev. studie připojitelnosti.

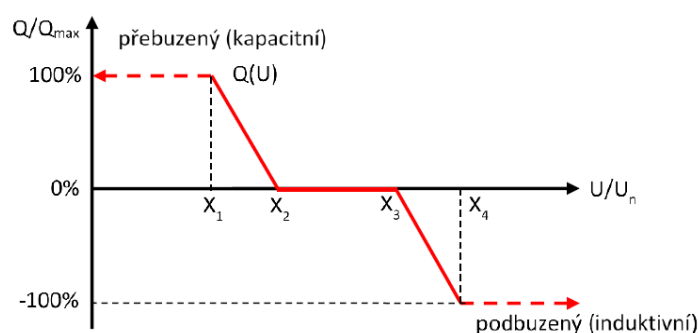


11.9 Řízení jalového výkonu $Q(U)$

Ve střídači musí být osazena elektronická ochrana $Q(U)$. Tato funkce vyžaduje vzhledem k předpokládanému rozsahu využití u velkého počtu blízkých zdrojů připojovaných do sítí nn koordinaci jejích parametrů pro bezpečný provoz.

Charakteristická křivka $Q(U)$ podle obrázku musí být nastavitelná, nastavení určí provozovatel distribuční soustavy podle místních síťových podmínek, ev. studie připojitelnosti.

Doporučené nastavení střídače:



Body charakteristiky $Q(U)$:

- $X1 = 0,94$
- $X2 = 0,97$
- $X3 = 1,05$
- $X4 = 1,08$
- Doporučená časová konstanta 5 s

12 OCHRANA PROTI 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 indukční 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.

12.1 DC ochrana fotovoltaického systému

Vstup každého měniče (DC) obsahuje vnitřní přepětovou ochranu třídy II (ochrana plusových a minusových sběrnic fotovoltaického systému před účinky přepětí). Provozní napětí přepětové ochrany musí být navrženo tak, aby bylo vyšší než napětí naprázdno FV systému za studeného zimního dne při maximálním slunečním svitu.

Na stejnosměrný vstup každého invertoru je nutno instalovat přepětovou ochranu třídy I a II umístěnou v rozvaděči RFVE.

Přepětíové ochrany slouží v tomto případě pouze jako ochrana proti indukovaným přepětím. Záleží zde velmi na kvalitě návrhu hromosvodní ochrany.

V případě, že nelze zkonstruovat oddálený hromosvod, nelze zároveň zaručit spolehlivou ochranu před bleskem.

12.2 Ochrana napájecí sítě AC

Na vstup hlavního přívodního vedení AC do rozvaděče RFVE je nutno instalovat přepětíovou ochranu třídy I a II umístěnou v rozvaděči RFVE dle vypočteného rizika (viz samostatný dokument).

13 VNĚJŠÍ A VNITŘNÍ OCHRANA PŘED BLESKEM

Dle ČSN 62305-1/4 ed.2 je nutné vypracovat ocenění rizika budovy či objektu, ze které vyjde požadovaná třída LPS. Ochrana před bleskem se skládá:

Vnější ochrana – jímací systém, systém svodů, systém uzemnění.

Vnitřní ochrana – potenciálové vyrovnání – pospojení, systém ochrany před přepětím.

13.1 Vnější ochrana

Navržena v samostatné PD elektro vč. ochrany systému FVE.

FV panely a Al / FeZn konstrukce je umístěna v blízkosti stávajícího jímacího vedení, tak že není dodržena bezpečná vzdálenost s , nebo umístěné na vodivé střeše. Ochrana je navržena - využití konstrukce fotovoltaických panelů jako náhodných jímáčů. Nosné rámy FV panelů se pečlivě propojí s jímací soustavou na několika místech (po každých 15m obvodu). Nesmí vzniknout tzv. slepé konce svodů - bleskový proud by v těchto místech mohl nekontrolovaně přeskóčit na nejbližší uzemnění kovových předmět (tím může být i napájecí vedení uloženého v patře pod střechou). V tomto případě nejsou ochráněny panely před účinky atmosférického přepětí. Nicméně inverter a budova zůstanou v ideálních podmínkách nepoškozeny.

13.2 Vnitřní ochrana

Z hlavní ochranné přípojnice MET je vyveden vodič CY 16, do rozvaděče RFVE. Dále budou vzájemně propojeny všechny kovové konstrukce, tj. střídač, kabelové žlaby, pomocí vodičů CYA 6zl, ale i všechna elektrická zařízení na ekvipotenciálovou přípojnici. Vodiče pospojení a ani DC kabely od FV panelů se nikde nesmí přiblížit k jímací soustavě na vzdálenost menší, než je vypočítaná bezpečná vzdálenost. Při této variantě, umístění FV panelů je zapotřebí se dále zabývat pouze indukovaným přepětím – pokud jímací vedení je instalováno. Přímý úder blesku nebo nekontrolované přeskoky nehrozí.

14 KABELOVÁ ČÁST

Fotovoltaická instalace musí být provedena kabely s měděnými jádry (vícežilové / jednožilové) a izolací z PVC zabraňující šíření plamene. Nejedná se o požárně 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 – bezhalogenové, oheň retardující, s nízkou dýmivostí, se zvýšenou odolností proti hoření*
- *kabely AC – CYKY-J*

14.1 Kabelová trasa DC

Hlavní trasa od FV panelů bude vedena po střeše, v plném kovovém elektroinstalačním žlabu (provedení pozink) s víkem až ke kabelovému prostupu. Dále pak pod omítkou k rozváděči el. výroby RFVE. Kovové žlaby budou ukotveny k roznášecí konstrukci nebo umístěny na držácích pro jímání vedení hromovodu z betonovou kostkou. Veškeré prostupy stavebními konstrukcemi budou utěsněny. Kabelová trasy mezi RFVE a střídačem bude vedena v plném kovovém elektroinstalačním žlabu.

14.2 Kabelová trasa AC

Hlavní kabelová trasa bude vedena kabelem CYKY-J 5x 4 od rozváděče el. Výroby RFVE k rozváděči společné spotřeby RS. Hlavní kabelová trasa bude vedena v plném kovovém elektroinstalačním žlabu nebo po dohodě s investorem zasekána pod omítku. Kabelová trasa mezi RFVE a střídačem bude vedena kabelem CYKY-J 5x 4, uloženým v plném kovovém elektroinstalačním žlabu. Kabelová trasy mezi RFVE a DC odpojovací panelů bude vedena kabelem CYKY-J, uloženým pod omítkou a na střeše v plném kovovém elektroinstalačním žlabu.

14.3 Kabelové prostupy

Utěsnění prostupů rozvodů a instalací požárně dělícími konstrukcemi musí být řešeno v souladu s ČSN 730810 čl. 6.2. Utěsněny hmotou třídy reakce na oheň A1 nebo A2. Těsnící konstrukce musí vykazovat stejnou požární odolnost jako konstrukce, kterou rozvody procházejí. Nepožaduje se však vyšší požární odolnost než 90minut. Prostup kabelových a jiných el. rozvodů tvořených

svazkem vodičů, prostupující jedním otvorem a které mají izolace šířící požár a jejich celková hmotnost je větší než 1,0kg.m \pm 1, se zajišťuje pomocí manžet, jejichž požární odolnost je určena požadovanou požární odolností požárně dělicí konstrukce, kterou prostupuje max. 90minut. Toto se nevztahuje na kabely respektive zařízení navržené podle ČSN 730848, nebo na vodiče a kabely, které nešíří požár.

15 REGULACE VÝKONU FVE

El. výrobná musí být vybavena úrovnovým řízením činného výkonu. Signál pro snížení činného výkonu na 0% bude vyslán z elektro dispečinku ČEZ Distribuce a.s.. Z rozvaděče RFVE bude z kontaktů relé KA1 veden signál na svorkovnici střídače. Regulace změny dodávky výkonu výrobný se bude provádět ve všech fázích současně v úrovních 0% a 100% jmenovitého výkonu.

Případné změny mohou být obsahem obchodně-technického vyjádření provozovatele distribuční soustavy.

16 CERTIFIKACE, SCHVALOVÁNÍ, REALIZACE, 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.

17 VLIV STAVBY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Vlastní provoz nesmí nijak narušit 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. FVE během svého provozu nevytváří žádné emise, takže nemá negativní vliv na životní prostředí.

18 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.*



19 OBSLUHA A ÚDRŽBA VÝROBNY EL. ENERGIE

Činnosti, které může provádět osoba bez elektrotechnické kvalifikace:

- *Po jednom roce provést kontrolu mech. úchytů FV panelů, AL konstrukcí a jejich dotažení*
- *Zabránit velkému množství sněhu na FV panelech v zimních měsících*
- *Vizuální kontrola FV panelů*

Činnosti, které může provádět osoba s příslušnou vyhláškou č.50/78 Sb:

- *„VAROVÁNÍ“ – úraz elektrickým proudem může být smrtelný.*
- *Zkontrolovat naměřené hodnoty jednotlivých stringů.*
- *„POZOR“ – při užívání sériového zapojení, je výsledné napětí vysoké, a hrozí nebezpečí elektrických výbojů.*
- *Před začátkem prací na FVE je třeba zajistit, aby DC i AC, byly bezpečně odpojeny.*
- *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*

20 PERIODICKÁ REVIZE

Po čtyřech letech musí být 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 nárůstu*

21 ZÁVĚR

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

V Praze dne 10.2.2022

za DEKPROJEKT s.r.o.

Ing. Antonín Navrátil

Tel. +420 234 054 284