



PPS KANIA
PROJEKČNÍ A INŽENÝRSKÁ ČINNOST



TECHNICKÁ ZPRÁVA

SO 02 – Sportovní hala

D.2.1 FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM

Stavebník : Statutární město Ostrava, městský obvod Slezská Ostrava
Těšínská 138/35
710 16 Ostrava_

Akce : Vypracování projektových dokumentací vč. Inženýrských
činností k vybudování Sportovní haly Slezská Ostrava

Stupeň : Dokumentace pro realizaci stavby
Vypracoval : Ing. Antonín Navrátil
Zakázkové číslo : 52/17
Číslo přílohy : 52/17-D.2.1.a
Datum : 12/2019

Počet stran: 20

Obsah

1	Všeobecně.....	3
2	Základní technické parametry.....	5
3	Stanovení vnějších vlivů.....	5
4	Ochrana před úrazem elektrickým proudem.....	5
5	Technické řešení připojení.....	6
6	Požárně bezpečnostní řešení.....	7
7	Odpojení FVE od distribuční sítě.....	7
8	Fotovoltaické moduly.....	8
9	Síťový inverter.....	8
10	Pravidla pro paralelní provoz zdrojů se sítí.....	10
10.1	Napěťový a frekvenční ochrana a gradient nárůstu.....	10
10.2	Provozní frekvenční rozsah RoCoF.....	11
10.3	Rozsah trvalého provozního napětí.....	12
10.4	Krátkodobý pokles napětí – LVRT.....	12
10.5	Krátkodobé přepětí – HVRT.....	12
10.6	Snížení výkonu při nadfrekvenci $P(f)$	12
10.7	Snížení výkonu při podfrekvenci $P(f)$	13
10.8	Snížení výkonu závislé na napětí $P(U)$	14
10.9	Řízení jalového výkonu $Q(U)$	14
11	Rozváděče.....	15
11.1	Rozváděč RFVE+RS.....	15
11.2	Rozváděč spol. spotřeby RH (stávající).....	15
11.3	Elektroměrový rozváděč RE (stávající).....	15
12	Ochrana proti přepětí.....	15
12.1	Ochrana fotovoltaického systému, třída I a II.....	16
12.2	Ochrana napájecí sítě TN-S, třída II.....	16
13	Vnější a vnitřní ochrana před bleskem.....	16
14	Kabelová část.....	17
14.1	Kabelová trasa DC.....	17
14.2	Kabelová trasa AC.....	17
14.3	Kabelové prostupy.....	17
15	Regulace výkonu FVE.....	18
16	Certifikace, schvalování, realizace, EMC.....	18
17	Vliv stavby na životní prostředí.....	18
18	Ochrana zdraví a bezpečnost při práci.....	18
19	Obsluha a údržba výroby el. energie.....	19
20	Periodická revize.....	20
21	Závěr.....	20

1 Všeobecně

Projekt řeší instalaci fotovoltaického systému o jmenovitém výkonu 20,4 kWp. Jedná se o fotovoltaický systém, kde vyrobená el. energie je zpracována výrobcem v daném odběrném místě (přímá spotřeba, ohřev bojlerů) a přebytek el. energie je distribuován do DS.

Fotovoltaický systém bude umístěn na střeše objektu sportovní haly (ve fázi projektové přípravy), parc. č. 610/8, 610/9, k.ú. Koblov, kde bude umístěno celkem 68 ks fotovoltaických modulů o jmenovitém výkonu 300Wp.

Projekt je zpracován podle požadavků zadavatele a je v souladu s platnými ČSN, vyhláškami a směrnici. 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

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 přípoj. 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 ochrany před přepětím v silnoproudých zařízeních

ČSN EN 61439-1 ed.2 – rozváděče NN, typové a částečné 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

Celkově instalováno:

20,4 kWp

Rezervovaný výkon výroby:

20,4 kW

2 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY

Strana DC:

Počet fotovoltaických panelů: 68 ks

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

Max. výkon 1 fotovoltaického panelu: 300 Wp

Max. výkon soustavy panelů: 20,4 kWp

STRANA AC:

Počet fotovoltaických inverterů: 1 ks

Max. výstupní výkon invertoru: 20,0 kW

Max. výstupní proud invertoru: 3x 28,9 A

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

3 STANOVENÍ VNĚJŠÍCH VLIVŮ

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

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** (místnost 1.04): AA5, AB5, AC1, AD1, AE1, AF1, AG1, AH1, AJ, AM, AP1, AR1, BA1, BB, BC2, BD1, BE1, CA1, CB1: z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem - **prostory normální**.

Prostory **venkovní** (střecha): AA7, AB8, AC1, AD4, AE2, AF2, AG1, AH1, AJ, AK1, AL1, AM, AN3, AP1, AQ3, AR2, AS2, BA1, BB, BC3, BD1, BE1, CA2, CB1: z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem - **prostory nebezpečné** - se zařízením nebudou manipulovat osoby bez odborné kvalifikace.

Opatření vyplývající z vlivů, které nejsou dle článku 512.2.4 ČSN 33 2000-5-51 ed.3 normální:

- bude použito zařízení s vyšším krytím (venkovní prostředí)
- elektrické zařízení a rozvody budou provedeny v souladu s ČSN 33 2000-4-47
- elektrické zařízení musí mít vhodnou povrchovou úpravu před korozí a 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.

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

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

5 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ PŘIPOJENÍ

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

FVE systém bude tvořen stacionárními FV panely o celkovém počtu 68 kusů, o jmenovitém výkonu 300Wp. Sklon každého FV panelů vůči horizontální rovině je dán pomocnou konstrukcí umístěnou na střeše objektu, se sklonem FV panelů 20°.

FV panely budou propojeny do sériových sekcí: 2x 18ks a 2x 16ks. 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 s PU izolací (např.: Flex-Sol 6,0SN nebo SolarCabel 6,0). Solární vodiče s PU izolací musí být uspořádány tak, aby oba vodiče (+/-) byly co nejbližší k sobě a vždy v jedné chráničce (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.

Velikost DC napětí při provozu, může pohybovat v rozsahu 200-1000V DC, které závisí zejména na intenzitě dopadajícího slunečního záření a teplotě panelů.

V síťovém invertoru bude výkon z FV panelů, transformován na 3fázové střídavé napětí 3x230V/400V/50 Hz, které bude připojeno přes rozváděč RFVE+RS do rozváděče společné spotřeby. Rozváděč RFVE+RS musí obsahovat jištění a přepětovou ochranu na straně AC. Síťový invertor musí být vybaven bezpečnostní ochranou zajišťující automatické odpojení od sítě v případě ztráty napětí, tj. nedodává do sítě NN žádné (nebezpečné) napětí v případě výpadku hlavní napájecí sítě.

Nosná konstrukce FV systému

FVE systém (FV panely) musí být instalován na hliníkové konstrukci, která musí být dostatečně dimenzována.

Konstrukce se bude skládat zejména z 8ks hliníkových nosných lišt 40x50x8200 mm (pro 8ks panelů v řadě) a z 8ks hliníkových nosných lišt 40x50x9200 mm (pro 9ks panelů v řadě), s horní drážkou určenou pro zasunutí speciálních matic příchytek FV panelů a se spodní drážkou pro umístění šroubů k připevnění nosných lišt k hliníkovým trojúhelníkovým konstrukcím určeným pro nastavení sklonu konstrukce (FV panelů). Bude použito 76ks hliníkových trojúhelníkových konstrukcí.

Hliníkové trojúhelníkové konstrukce budou uchyceny na nerezových závitových tyčích o průměru 16 mm a minimální délce 470mm s navařeným podstavcem, který bude ukotven skrz navržený trapézový plech do dřevěných vaznic 120/240. Návrh závitové tyče s podstavcem je součástí výkresové části projektové dokumentace. Musí být použity 2ks závitových tyčí s podstavcem na jednu trojúhelníkovou konstrukci. Prostupy skrz hydroizolaci budou opracovány typovými tvarovkami z materiálu PVC-P. Prostupy skrz parozábranu budou opracovány typovými tvarovkami snášitelnými s bitumenem.

Hmotnost panelů, konstrukce a kotvení bude do 19,33kg/m² zastavěné plochy (13,0kg/kotva).. Vzhledem k typové konstrukci se nepředpokládají žádné konstrukční úpravy stávající konstrukce budovy oproti původnímu návrhu. Zatížení střechy od FVE doporučuji posoudit statikem.

Nerezové závitové tyče s podstavcem jsou navrženy projektově pouze pro trapézový plech TR 60 / 235 / 0,75mm. V případě použití trapézového plechu s jinými rozměry je třeba výkresy nerezové závitové tyče s podstavcem přepracovat.

6 POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ

Viz samostatná zpráva.

7 ODPOJENÍ FVE OD DISTRIBUČNÍ SÍŤ

Odpojení FVE od distribuční sítě lze provést vypnutím hlavního jističe v elektroměrovém rozváděči (ER), který je umístěn v areálu. Elektroměrový rozváděč bude opatřen textovou tabulkou „centrál stop – odpojení FVE od distribuční sítě“. Elektroměrový rozváděč bude rovněž označen značkou jako „zařízení pod napětím“.

8 FOTOVOLTAICKÉ MODULY

Minimální jmenovitý výkon modulu 300Wp, Rozměry 992x1640x35, Napětí na prázdno U_{oc} : minimálně 40,08V; Optimální napětí U_{mpp} : minimálně 32,16 V; Optimální proud I_{mpp} : minimálně 9,34 A; Maximální systémové napětí: 1000 V. Produktová záruka fotovoltaického panelu min. 10let (záruka na mechanické a výrobní vady), výkonnostní záruka panelu min. 25 let při maximálním deklarovaném poklesu výkonu (deklarovaného výkonu) 0,7%/rok. 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 překontrolovat, 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. V případě překročení napětí naprázdno fotovoltaického stringu 1000V dojde ke zničení zařízení síťového invertoru.

Navrženy jsou fotovoltaické moduly Axitec AC-300M/156-60S.

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.

9 SÍŤOVÝ INVERTOR

Provoz invertoru musí být plně automatický. V momentě, kdy je po východu slunce vyroben dostatečný výkon z fotovoltaických panelů, začnou pracovat řídicí a regulační jednotky sledování síťového napětí a síťové frekvence. Při dostatečném slunečním záření začne síťový inverter s napájením. Invertor 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 inverter spojení se sítí a zastaví provoz. Všechny nastavení a data samozřejmě zůstávají uloženy. Invertor, přebírá úkol kontroly sítě. Invertor bude naprogramován tak, aby při síťové nesrovnalosti (např. vypnutí sítě, přerušení sítě) ihned přerušil provoz a napájení do sítě.

Popis síťového invertoru

Výstupní výkon 20,0 kW, výstupní proud 3x 28,9A, 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. Invertor musí splňovat normu 50438:2013, musí vyhovovat podmínkám dle PPDS, produktová záruka minimálně 5let. Invertor musí mít krytí IP65 pro možnou instalaci vně budovy. Fotovoltaické invertory může být vybaveny komunikačním prostředkem pro vzdálený monitoring.

Navržen je invertor Fronius Symo 20,0-3-M.

Výběr místa

Invertor bude osazen v místnosti 1.04 – v 1.NP, mimo chráněnou nebo částečně chráněnou únikovou cestu a nemusí tvořit samostatný požární úsek, v tomto prostoru není trvalé pracovní místo.

- Pozor na síťovou impedanci při použití střídavého vedení s příliš malým průřezem mezi zařízením invertoru a rozváděčem RFVE+RS. Odpor střídavého vedení mezi zařízením invertoru a rozváděčem RFVE+RS, 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. Mezi jednotlivými zařízeními invertoru, dodržovat bezpečné vzdálenosti, dle technického listu výrobce.
- Vzdálenost horního okraje zařízení invertoru od stropu nebo poličky měla být alespoň 50cm.
- Zařízení instalovat na pevnou, kolmou zeď.
- 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 by měl být displej pod úrovní výšky očí. Tím je zajištěna optimální čitelnost displeje.

Průběh funkce

Zařízení invertoru musí být vybaveno pro zcela automatické řízení provozu. Pro dodávání proudu do sítě není zapotřebí žádného ovládání. Zařízení invertoru se spouští automaticky v okamžiku, kdy fotovoltaické panely začnou po východu slunce podávat dostatečný výkon. Od tohoto okamžiku, rovněž začnete dostávat informace o zařízení na grafický displej zařízení invertoru. Během provozu, udržuje zařízení invertoru 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, zařízení invertor se zcela odpojí od sítě.

- Během noci neodebírání zařízení invertoru z veřejné sítě žádnou energii.
- Uložené hodnoty a nastavení zůstanou zachovány.
- Odpojení lze provést i manuálně.

Připojení sítě

Provoz invertoru musí být plně automatický a invertor automaticky zjišťuje, zda je možné připojení sítě. Invertor pracuje při připojování k síti 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. Poté se moduly AC přepnou do pohotovostního režimu.
- Pokud napětí stejnosměrného vstupu (DC) překročí 200 V, modul DC umožní provoz sítě přes sběrnici CAN.
- Modul střídavého proudu (AC) kontroluje, zda jsou podmínky sítě v pořádku a provede auto test funkce ENS. Modul AC monitoruje po dobu 30 sekund 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 invertoru a sítě.

Odpojení od sítě

Pokud je sluneční záření nedostatečné pro generování energie pro síť (když je interní spotřeba energie invertorem zhruba shodná s dostupnou fotoelektrickou energií), invertor se odpojí od sítě a přejde do pohotovostního režimu. Invertor bude monitorovat 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, invertor přejde z úsporných důvodů do režimu vypnutí. I v režimu vypnutí je však dostupná fotoelektrická energie monitorována a případně zahájena procedura připojení sítě.

10 PRAVIDLA PRO PARALELNÍ PROVOZ ZDROJŮ SE SÍTÍ

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

10.1 Napěťový a frekvenční ochrana a gradient nárůstu

V rozváděči RFVE+RS musí být osazena frekvenční a napěťová 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, třídě 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 napěťový 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 knitočtově závislém přizpůsobení výkonu.

10.2 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

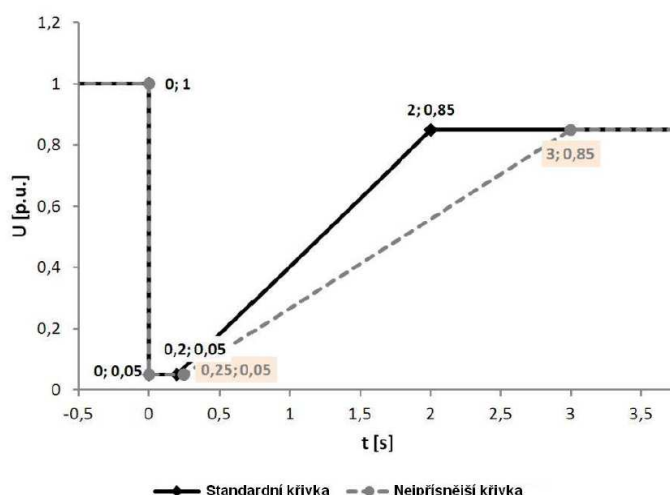
10.3 Rozsah trvalého provozního napětí

Výrobní elektriny (od 11kW včetně do 100kW včetně) musí být schopna 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 $(U_n - U)/U_n$.

10.4 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 výrobny 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 výrobny se střídačem na výstupu:



10.5 Krátkodobé přepětí – HVRT

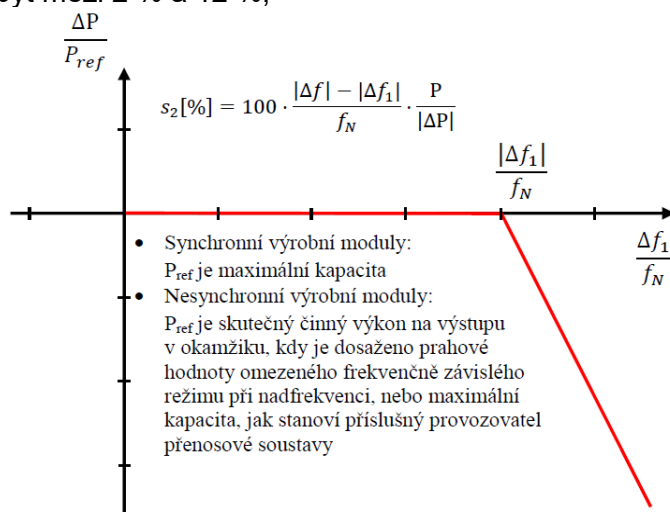
Výrobní moduly musí být schopny zůstat připojeny, pokud napětí na vývodech nepřekročí horní mez rozsahu napětí pro trvalý provoz až do úrovně 120% dohodnutého napětí po dobu 1 sekundy, a 115% deklarovaného napětí po dobu 60 sekund.

U sítě nízkého napětí musí být vyhodnoceno nejvyšší fázové napětí, nebo tam kde není dostupné fázové nejvyšší sdružené napětí, zatímco u sítě vysokého napětí a 110 kV musí být vyhodnoceno nejvyšší sdružené napětí.

10.6 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

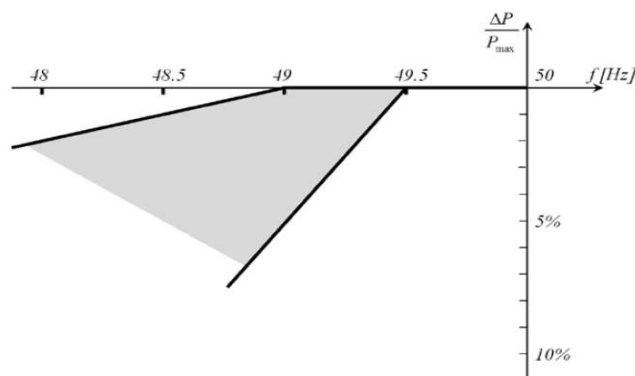
Δf je odchylka frekvence v soustavě.

Při nadfrekvencích, kdy Δf je vyšší než Δf_1 , musí být výrobní modul schopen snížit činný výkon na výstupu v souladu se statikou s_2 .

10.7 Snížení výkonu při podfrekvenci $P(f)$

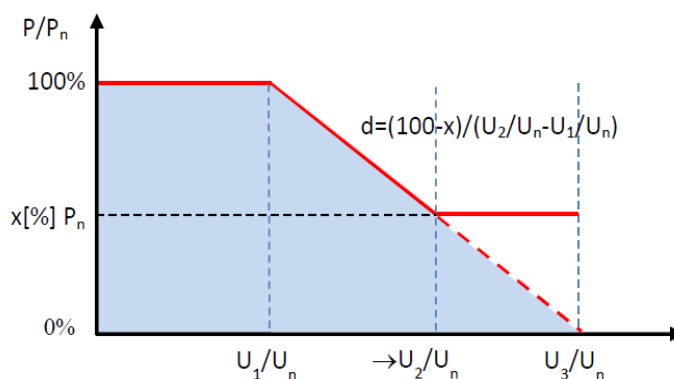
Příslušný provozovatel přenosové soustavy definuje dovolené snížení činného výkonu z maximální hodnoty se snižující se frekvencí v rozsahu mezi plnými čarami

Maximální snížení činného výkonu s klesajícím kmitočtem:



10.8 Snížení výkonu závislé na napětí P(U)

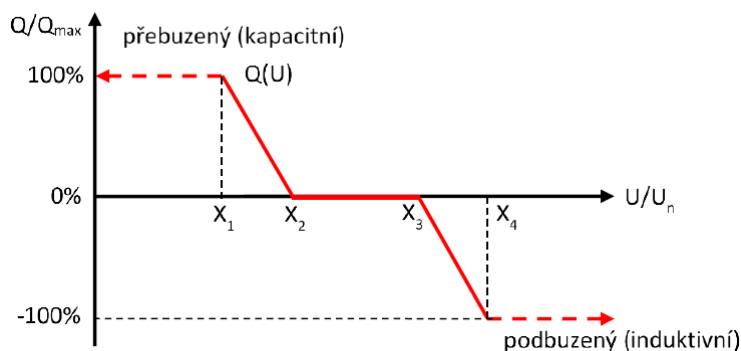
Všechny výrobní připojené pomocí střídače s výkonem do 16A na fázi včetně a dále všechny výrobní s výkonem nad 16A na fázi připojené do distribuční soustavy na hladině nn budou vybaveny generátory s funkcí pro řízení napětí činným výkonem. Konkrétní hodnoty funkce $P(U)$, znázorněné na obrázku stanoví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



10.9 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 $Q(U)$:

- $X_1 = 0,94$
- $X_2 = 0,97$
- $X_3 = 1,05$
- $X_4 = 1,08$
- Doporučená časová konstanta 5 s

11 ROZVÁDĚČE

11.1 Rozváděč RFVE+RS

Umístění: rozváděč bude umístěn v objektu – v místnosti 1.04.

Rozváděč RFVE+RS bude typová oceloplechová skříň 92M, v krytí IP40/IP20. Skříň bude konstrukčně řešena k připevnění na stěnu. Přívod a vývody vedeny spodem. Jmenovitý proud rozváděče In AC-32A. Rozváděč RFVE+RS bude připojen kabelem CYKY-J 5x16 a odpor střídavého vedení mezi místem napojení v rozváděči RH a rozváděčem RFVE+RS, by neměl být vyšší než 0,5 Ohmu.

Rozváděč bude sloužit m.j. pro ovládání 2 topných tyčí, každá o výkonu 6kW (nebo dle požadavku investora – nutno změnit silové prvky), které budou ohřívat vodu v bojleru. Ovládány budou regulátorem Wattrouter Mx a pomocí výkonových SSR relé. Wattrouter bude nastaven tak aby zajišťoval co možná nejmenší přetok vyrobené elektrické energie do rozvodní sítě, pokud k přetoku dojde, budou aktivovány topné tyče. Regulace bude prováděna odděleně pro jednotlivé fáze.

Po instalaci je nutno provést nastavení a odzkoušení regulátoru spotřeby (Wattrouter Mx). Skutečné provedení zapojení rozváděče musí být součástí dodavatelské dokumentace.

Vnitřní zapojení rozváděče el. výroby je zřejmé z výkresové části, této dokumentace.

Veškeré podrobnosti jsou uvedeny v metodice Požadavky na zařízení pro regulaci a ovládání obnovitelných zdrojů připojovaných do distribuční soustavy a všechny instalované ochrany musí být v souladu s přílohou č. 4 PPDS.

11.2 Rozváděč spol. spotřeby RH (stávající)

Ve stávajícím podružném rozvaděči musí být doplněna vnitřní výzbroj pro jištění rozváděče RFVE+RS. Z jističe pro rozváděč RFVE+RS bude vyveden silový kabel CYKY-J 5x16. Odpor střídavého vedení mezi stávajícím rozváděčem RH a rozváděčem RFVE+RS by neměl být vyšší než 0,5 Ohmu.

11.3 Elektroměrový rozváděč RE (stávající)

Umístění elektroměrového rozváděče a hl. jistič : dle PD elektro

Rozváděč musí být upraven tak, aby fakturační 4Q elektroměr, nebyl umístěn pod krycím plechem nebo jakoukoliv jinou překážkou a musí splňovat připojovací podmínky distribuce a odpovídající předpisy a normy. Tyto úpravy hradí investor na své náklady.

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

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 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.

12.1 Ochrana fotovoltaického systému, třída I a II

Vstup každého měniče (DC) musí obsahovat vnitřní přepětovou ochranu (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.

Přepětové ochrany slouží v tomto případě pouze jako ochrana proti indukovaným přepětím. Záleží zde velmi na kvalitě návrhu 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. **V případě, že nelze zkonstruovat oddálený hromosvod, nelze zároveň zaručit spolehlivou ochranu před bleskem.**

12.2 Ochrana napájecí sítě TN-S, třída II

Na výstup z měničů (AC), instalovat kompaktní přepětovou ochranu třídy II – 230/4 TN-S, $I_{max} - 40kA$, $I_n - 20kA$, určená pro ochranu sítí 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 k tomu, aby nepustila část bleskového proudu do elektroinstalace v případě přímého úderu blesku do FV článku. Toto opatření souvisí obecně s problematikou elektromagnetické kompatibility. Instalaci nějakého zařízení (myšleno celý komplex FV článku, včetně příslušenství) by neměl vzniknout problém se zavlečením rušení nebo poruch do stávající instalace.

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 před bleskem – jímací systém, systém svodů, systém uzemnění.

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

Budova má navrženu hromosvodovou soustavu. Vzhledem k rozložení FV panelů bude dodržena bezpečná vzdálenost od hromosvodu.

Řádný stav systému ochrany před bleskem a přepětím musí být ověřen z výchozí nebo pravidelné revize. Při instalaci panelů by mělo být přihlášeno k aktuálnímu stavu hromosvodu. Fotovoltaické panely by měly být umístěny do ochranného prostoru vnější jímací soustavy a dodržet bezpečnou vzdálenost s, dle ČSN EN 62305-3 ed.2.

Stávající zemní svody budou před realizací proměřeny a odpor uzemnění musí být max. 2-5ohmu.

FV panely a hliníková konstrukce je umístěna v dostatečné vzdálenosti od stávajícího jímacího vedení, tak že bude dodržena bezpečná vzdálenost s. Konstrukci umístěnou na střeše je nutno

vzájemně vodivě propojit vodičem CYA6 a poté vodičem CYA 6 i s uzemňovací svorkovnicí v rozváděči RFVE+RS. Z hlavní ochranné přípojnice HOP je vyveden vodič CYA16, do rozváděče RFVE+RS.

Dále musí být vzájemně propojeny všechny kovové konstrukce, tj. síťové inventory, kabelové žlaby, pomocí vodičů CYA 6zl, ale i všechna elektrická zařízení třídy I, na ekvipotenciálovou přípojnicí, která je propojena s obvody hlavního pospojení HOP.

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 – PU izolace
- kabely AC - CYKY-J

14.1 Kabelová trasa DC

Hlavní trasa od FV panelů bude částečně po střeše, následně po vnitřní stěně objektu v plastové chráničce k rozváděči el. výroby RFVE+RS. Průchod střechou je nutno provést tak, aby nemohlo dojít k poškození kabelů a nebyla porušena odolnost proti dešťové vodě. Veškeré prostupy stavebními konstrukcemi budou utěsněny. Po dohodě s investorem může být kabelová trasa zasekána pod omítkou.

14.2 Kabelová trasa AC

Hlavní kabelová trasa bude vedena od rozváděče společné spotřeby RH k rozváděči el. výroby RFVE+RS. Hlavní kabelová trasa bude vedena v plastové chráničce nebo po dohodě s investorem zasekána pod omítku. Pokud bude použit kovový kabelový nosník, musí být mezi sebou elektricky vodivě propojen a zahrnut do pospojení.

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 dělící 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 pomocí relé přijímače HDO, který bude osazen ve stávajícím elektroměrovém rozváděči RE. Regulace změny dodávky výkonu výrobný se bude provádět ve všech fázích současně v následujících 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, pilře, 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 mechanických úchytů FV panelů, Al. konstrukcí a jejich dotažení
- Zabránit velkému množství sněhu na FV panelu, 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. 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 je třeba zajistit, 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

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 platnou 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.