

D.1.4.4 Technická zpráva

Realizace úspor energie – MŠ U Stadionu 602, 560 02 Česká Třebová

- Fotovoltaický systém

Dokumentace pro provádění stavby

**MŠ U Stadionu
U Stadionu 602
560 02 Česká Třebová**

Zodpovědný projektant

Ing. Pavel Štajnrt

Autorizovaný inženýr v oboru pozemní stavby pod číslem 1301934

Číslo v deníku autorizované osoby: 933

Datum vydání

Leden 2020

Verze dokumentu

První vydání

TECHNICKÁ ZPRÁVA

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.....	8
8	Fotovoltaické moduly.....	8
9	Síťový inverter.....	8
10	Pravidla pro paralelní provoz zdrojů se sítě.....	11
10.1	Napěťový a frekvenční ochrana a gradient nárůstu.....	11
10.2	Provozní frekvenční rozsah RoCoF.....	12
10.3	Rozsah trvalého provozního napětí.....	12
10.4	Krátkodobý pokles napětí – LVRT.....	12
10.5	Krátkodobé přepětí – HVRT.....	13
10.6	Snížení výkonu při nadfrekvenci $P(f)$	13
10.7	Snížení výkonu při podfrekvenci $P(f)$	14
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 (dle PD elektro silnoproud).....	15
11.3	Elektroměrový rozváděč RE (stávající).....	16
12	Ochrana proti přepětí.....	16
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.....	18
14.3	Kabelové prostupy.....	18
15	Regulace výkonu FVE.....	18
16	Certifikace, schvalování, realizace, EMC.....	18
17	Vliv stavby na životní prostředí.....	19
18	Ochrana zdraví a bezpečnost při práci.....	19
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 13,0 kWp. Jedná se o fotovoltaický systém, kde vyrobená el. energie je zpracována výrobcem v daném odběrném místě (přímá spotřeba, přebytky na ohřev bojleru) a přebytek el. energie je distribuován do DS.

Fotovoltaický systém bude umístěn na střeše objektu mateřské školy, parc. č. st. 960, k.ú. Parník, kde bude umístěno celkem 40 ks fotovoltaických modulů o jmenovitém výkonu 325Wp.

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

13,0 kWp

Rezervovaný výkon výroby:

13,0 kW

2 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY

Strana DC:

Počet fotovoltaických panelů: 40 ks

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

Max. výkon 1 fotovoltaického panelu: 325 Wp

Max. výkon soustavy panelů: 13,0 kWp

STRANA AC:

Počet fotovoltaických inverterů: 1 ks

Max. výstupní výkon invertoru: 12,5 kW

Max. výstupní proud invertoru: 3x 18,0 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 II. a skupiny D.

Stanovení vnějších vlivů je uvedeno v PD elektro – silnoproud.

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, rozváděče el. výroby RFVE a RS.

FVE systém bude tvořen stacionárními FV panely o celkovém počtu 40 kusů, o jmenovitém výkonu 325Wp. Sklon každého FV panelů vůči horizontální rovině je dán pomocnou konstrukcí umístěnou na střeše objektu, se sklonem FV panelů 13°.

FV panely budou propojeny do sériových sekcí: 2x 20ks (střecha pavilonu) a 2x 20ks (střecha hospodářské budovy). 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. Vodiče budou zavedeny do rozváděče RS, kde budou ukončeny na pojistkových odpojovačích a kde budou umístěny i přepětové ochrany DC strany.

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

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 do rozváděče společné spotřeby. Rozváděč RFVE musí obsahovat jištění na straně AC. Síťový inverter 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.

Vyrobená elektrická energie bude přednostně zpracována všemi elektrickými spotřebiči v objektu, vzniklé přebytky výroby budou pomocí regulátoru Wattrouter Mx dodávány do zásobníku TV o objemu 400l, umístěného v kotelně. Zásobník bude osazen 3-fázovou topnou tyčí o celkovém příkonu 6kW.

Nosná konstrukce FV systému

FVE systém (FV panely) musí být instalován na spojitě a přitížené hliníkové konstrukci, která musí být dostatečně dimenzována. Konstrukce nebude kotvena do konstrukce střechy, bude využita zátěž pomocí betonových prvků s předepsaným rozložením a předepsanou hmotností, uvedeno v příloženém výpočtu ke konstrukci dle požadovaného standardu.

Konstrukce se bude skládat zejména z roznášecích lišt, na kterých bude celý zbytek konstrukce umístěn. Na roznášecím roštu budou připevněny držáky pro uložení betonové zátěže, podpůrné profily pro aretaci sklonu fotovoltaických panelů 13° a zavětrovací plechy. Fotovoltaické panely budou připevněny ke konstrukci krajními a středními příchytkami určenými k použití s navrženým systémem.

Vymezení požadovaného standardu: ESDEC Flatfix fusion, sklon 13°

Statický výpočet přitížení musí dodat dodavatel systému, v projektu je uvažováno se zatížením do 14 kg/m² v celé zastavěné ploše. Vzhledem k navržené konstrukci a technickému stavu střechy se nepředpokládají žádné konstrukční úpravy stávající konstrukce haly.

Prostup pro kabely skrz hydroizolaci bude opracován typovou tvarovkou z materiálu PVC-P.

6 POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ

Navržený FVE systém musí být v souladu s technickými doporučeními a požadavky na rozhraní mezi FVE systémem a uživatelskou sítí dle ČSN EN 61727 a musí splňovat 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.

Veškeré kabely vedené po střeše musejí být vedeny v nehořlavých žlabech nebo kabely musejí vykazovat třídu reakce na oheň B2ca s1 d0.

Při průchodu konstrukcemi budou kabelové prostupy požárně utěsněny v souladu s vyhláškou č.23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany staveb.

Místnost s osazenou FV technologií bude tvořit samostatný požární úsek. Všechny dveře do daného požárního úseku musejí vykazovat požární odolnost EI30 DP3 - C (C – samozavírač).

Střešní plášť nemusí v oblasti panelů vykazovat klasifikaci Broof(t3).

Veškeré prostupy požárně dělící konstrukcí musejí být provedeny v souladu s ČSN 73 0810. V prostoru, kde bude osazena FV technologie (místnost sklad – v 1.NP) bude osazen 1ks přenosného práškové hasícího přístroje s hasebnou schopností minimálně 27A.

FVE systém se odpojuje hlavním jističem před elektroměrem v rozváděči RE (odpojení celého objektu), FVE systém samostatně se odpojuje hlavním vypínačem QM1 v rozváděči RFVE+RS (místnost sklad – v 1.NP).

7 ODPOJENÍ FVE OD DISTRIBUČNÍ SÍTĚ

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 325Wp, Rozměry 992x1675x35, Napětí na prázdno U_{oc} : minimálně 40,37V; Optimální napětí U_{mpp} : minimálně 33,45 V; Optimální proud I_{mpp} : minimálně 9,73 A; Maximální systémové napětí: 1000 V. Produktová záruka fotovoltaického panelu min. 10let (záruka na mechanické a výrobní vady), výkonostní 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 AXIpremium HC AC-325MH/120S.

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. Inverter 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 12,5 kW, výstupní proud 3x 18,0A, napětí 3x230V/400V, +10/-15%, výstupní frekvence 50 +/-0,2Hz, účinník $\cos \varphi$ 1, max. vstupní výkon FV panelů 18,8kWp, vstupní napětí 200-1000V, max. Vstupní napětí 1000V, rozměry v krytí IP65 725x510x225, váha 34,8kg. 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 12,5-3-M.

Výběr místa

Invertor bude osazen v místnosti sklad – v 1.NP.

- Pozor na síťovou impedanci při použití 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 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 invertoru od stropu nebo policek měla být alespoň 50cm.
- Zařízení instalovat na pevnou, kolmou zeď.
- Zařízení invertoru by nemělo být instalováno v prostorech s velkou prašností.
- Zařízení invertoru nesmí být instalováno v prostorech 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 inverter 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 zařízení nedostatečné pro generování energie pro síť (když je interní spotřeba energie invertorem zhruba shodná s dostupnou fotoelektrickou energií), inverter 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, inverter 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, třídy 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 výrobný 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 výrobný připojené do sítě vn a při měření napětí na straně nižšího napětí.

(3) Toto nastavení je závislé na výkonu výrobní a kmitočtové 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

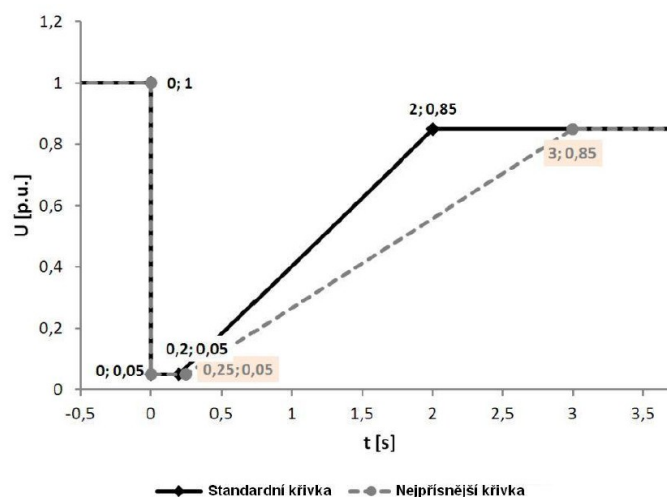
10.3 Rozsah trvalého provozního napětí

Výrobní elektřiny (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 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 sítí **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:



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.

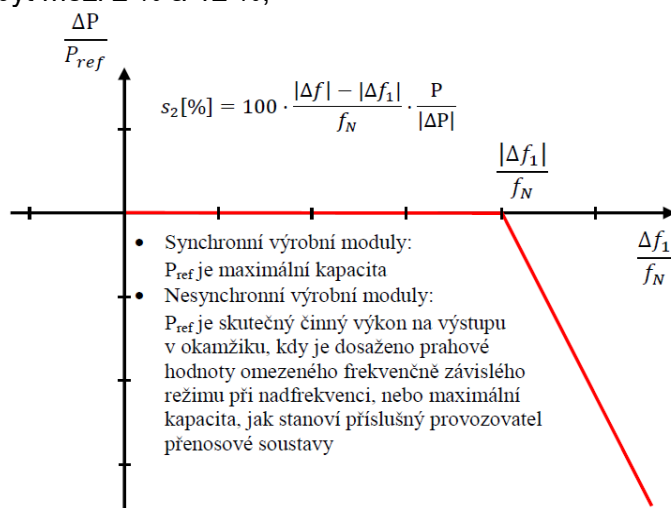
U sítí nízkého napětí musí být vyhodnoceno nejvyšší fázové napětí, nebo tam kde není dostupné fázové nejvyšší sdružené napětí, zatímco u sítí vysokého napětí a 110 kV musí být vyhodnoceno nejvyšší sdružené napětí.

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 provozovateli 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

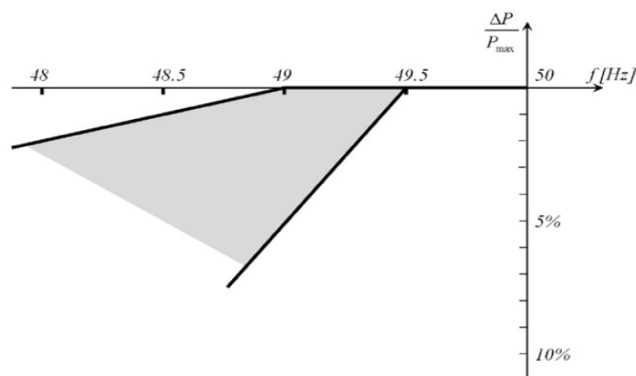
Δf je odchylka frekvence v soustavě.

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)

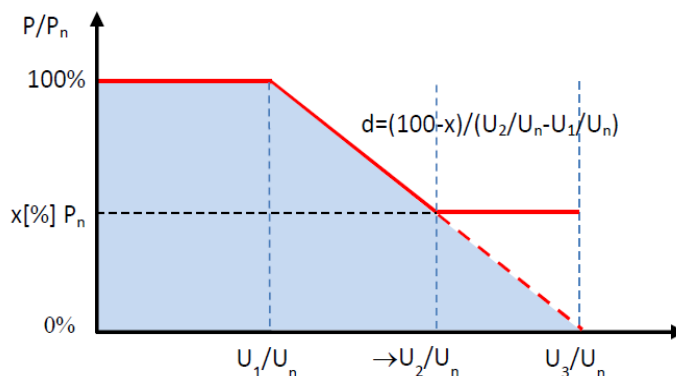
Příslušný provozovatel přenosové soustavy definuje dovolené snížení činného výkonu z maximální hodnoty se snižující se frekvencí v rozsahu mezi plnými čarami

Maximální snížení činného výkonu s klesajícím kmitočtem:



10.8 Snížení výkonu závislé na napětí P(U)

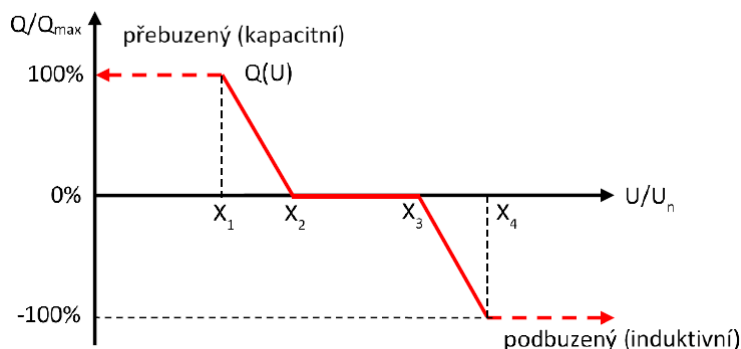
Všechny výrobní připojené pomocí střídače s výkonem do 16A na fázi včetně a dále všechny výrobní s výkonem nad 16A na fázi připojené do distribuční soustavy na hladině nn budou vybaveny generátory s funkcí pro řízení napětí činným výkonem. Konkrétní hodnoty funkce P (U), znázorněné na obrázku stanoví 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 sklad v hospodářské budově.

Rozváděč RFVE bude typová oceloplechová skříň 96M, v krytí IP40/IP20. Skříň bude konstrukčně řešena k připevnění na stěnu. Přívod a vývody vedeny spodem. Jmenovitý proud rozváděče In AC-25A. Rozváděč RFVE bude připojen kabelem CYKY-J 5x16 a odpor střídavého vedení mezi místem napojení v rozváděči RH a rozváděčem RFVE, by neměl být vyšší než 0,5 Ohmu.

Rozváděč bude sloužit m.j. pro ovládání topné tyče o výkonu 6kW (nebo dle požadavku investora – nutno změnit silové prvky), která bude ohřívat vodu v boileru. Ovládána bude 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, bude aktivována topná tyč. 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. výrobny 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 (dle PD elektro silnoproud)

Ve novém rozváděči RH (instalace a výzbroj dle PD elektro silnoproud) musí být doplněna vnitřní výzbroj pro jištění rozváděče RFVE. Z jističe pro rozváděč RFVE bude vyveden silový kabel CYKY-J 5x16.

11.3 Elektroměrový rozváděč RE (stávající)

Umístění elektroměrového rozváděče a hl. jistič : dle PD elektro silnoproud

Rozváděč musí být upraven tak, aby fakturační 4Q elektroměr, nebyl umístěn pod krycím plechem nebo jakoukoliv jinou překážkou a musí splňovat přípojovací 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 přepětiovou ochranu (ochrana plusových a minusových sběrnic fotovoltaického systému před účinky přepětí). Provozní napětí přepětiové ochrany musí být navrženo tak, aby bylo vyšší než napětí naprázdno FV systému za studeného zimního dne při maximálním slunečním svitu.

Přepětiové 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 přepětiové 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 přepětiovou ochranu třídy II – 230/4 TN-S, I_{max} – 40kA, I_n – 20kA, určená pro ochranu sítí TN-S před účinky přepětí. Ochrana se používá 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.

Přepětiová 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 (viz PD elektro – ochrana před bleskem). Vzhledem k rozložení FV panelů nebude 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 přihlíženo 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 realizaci proměřeny a odpor uzemnění musí být max. 2-5ohmu.

FV panely a hliníková konstrukce není umístěna v dostatečné vzdálenosti od stávajícího jímacího vedení, nebude dodržena bezpečná vzdálenost s. Konstrukci FV panelů je nutno vodičově propojit se systémem ochrany před bleskem a to min. každých 15 m obvodu. Konstrukci umístěnou na střeše je nutno vzájemně vodičově propojit vodičem CYA 6 zl a poté vodičem CYA 16 zl i s uzemňovací svorkovnicí v rozváděči RS. Z hlavní ochranné přípojnice MET je vyveden vodič CYA16, do rozváděče 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 obvodou hlavního pospojení MET.

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 chrániče 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. Hlavní kabelová trasa bude zasekána pod omítku, popř. vedena v plastové chráničce. Pokud bude použit kovový kabelový nosník, musí být mezi sebou elektricky vodivě propojen a zahrnut do pospojování.

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 90 minut. 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 1,0 kg.m $-/+1$, se zajišťuje pomocí manžet, jejichž požární odolnost je určena požadovanou požární odolností požárně dělící konstrukce, kterou prostupuje max. 90 minut. Toto se nevztahuje na kabely respektive zařízení navržené podle ČSN 730848, nebo na vodiče a kabely, které nešíří požár.

15 REGULACE VÝKONU FVE

El. výroba musí být vybavena úrovnovým řízením činného výkonu pomocí relé přijímače HDO, který bude osazen ve stávajícím elektroměrovém rozváděči RE. Regulace změny dodávky výkonu výroby 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. 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.

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 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 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 třech 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.

V Praze dne 24.1.2020

za DEKPROJEKT s.r.o.

Ing. Antonín Navrátil

Tel. +420 234 054 284