



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 : 04/2025

Počet stran: 20

Obsah

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

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

ÚDAJE O STAVBĚ

Účel stavby:

Výrobní elektrické energie 20,5kWp

Místo stavby:

Adresa: Antošovická 107/55, 71100 Ostrava
Na pozemcích: parc.č. 610/19, 610/9, 610/8
Katastrální území: Koblov [667366]
Souřadnice GPS: 49.8785358N, 18.2856908E
Nadmořská výška: 260 m n. m.

Údaje o objednateli

**Statutární město Ostrava,
městský obvod Slezská Ostrava**
Těšínská 138/35
710 16 Ostrava

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:

Ing. David Tesař

Autorizovaný inženýr v oboru pozemní stavby pod číslem
0701253

2 Všeobecně

Projekt řeší instalaci fotovoltaického systému o jmenovitém výkonu 20,5 kWp. Jedná se o fotovoltaický systém, kde vyrobená el. energie je zpracována výrobcem v daném odběrném místě a přebytek el. energie je distribuován do DS. Předpokládaná výroba systému je 21,8MWh/rok.

Fotovoltaický systém bude umístěn na střeše budovy sportovní haly na pozemku parc. č. 610/9, k.ú. Koblov, kde bude umístěno celkem 41 ks fotovoltaických modulů o jmenovitém výkonu 500Wp a 1ks fotovoltaického střídače o nominálním výkonu 20,0kW. Projekt je zpracován podle požadavků zadavatele a je v souladu s platnými ČSN, vyhláškami a směrnici. 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.

2.1 Technické předpisy vztahující se na elektrická zařízení

- Nařízení vlády 118/2016 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na elektrická 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 117/2016 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 176/2008 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 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky.
- Zákon č. 22/1997 Sb., o tech. požadavcích na výrobky a změně a doplnění některých zákonů.
- Zákon č.183/2006 Sb., a Vyhláška 268/2009 Sb., ustanovení stav. zákona s dopadem na el. rozvody.
- Zákon č. 458/2000 Sb., Energetický zákon

2.2 Použité normy

- ČSN EN 61082-1 ed.3 - zhotovování dokumentů používaných v elektrotechnice
- ČSN 330010 ed.2 – elektrická zařízení, rozdělení a pojmy
- ČSN EN 60038 (330120) – normalizace napětí IEC
- ČSN EN 60529 - stupně ochrany krytem (krytí - IP kód)
- ČSN 330360 ed.2– 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.3 – ochrana před úrazem elektrickým proudem
- ČSN 332000-4-42 ed.2– ochrana před účinky tepla
- ČSN 332000-4-43 ed.2 – ochrana proti nadproudům
- ČSN 332000-4-45 – ochrana před podpětím

- ČSN 332000-5-51 ed.3+z1+z2 – výběr a stavba el. zařízení, obecné předpisy
- ČSN 332000-5-52 ed.2 – výběr a stavba el. zařízení, výběr soustav a stavba vedení
- ČSN 332000-5-54 ed.3 – výběr a stavba el. zařízení, uzemnění a ochranné vodiče
- ČSN 332000-7-712 ed.2 – zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – solární fotovolta. napájecí systémy
- ČSN CLC/TR 60079-32-1 (332030) – návod na ochranu před účinky statické elektřiny
- ČSN EN 62305-1/4 ed.2 – ochrana před bleskem
- ČSN EN 50110-1 ed.3 – obsluha a práce na elektrickém zařízení
- ČSN EN 61310-1 ed.2 – bezpečnostní tabulky pro elektrická zařízení
- ČSN ISO 3864-1 – 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

Instalovaný výkon výroby:

20,5 kWp

Rezervovaný výkon výroby:

20,5 kWp

3 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY

Strana DC:

Počet fotovoltaických panelů: 41 ks

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

Max. výkon 1 fotovoltaického panelu: 500 Wp

Max. výkon soustavy panelů: 20,5 kWp

Strana AC:

Počet fotovoltaických střídačů: 1 ks

Max. výstupní výkon střídače: 20,0 kW

Nom. výstupní proud střídače: 3x 28,9A

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

4 STANOVENÍ VNĚJŠÍCH VLIVŮ

Dle samostatně zpracovaného dokumentu Stanovení vnějších vlivů.

Dle NV č. 190/2022 Sb. je zařízení zařazeno do třídy II.

5 OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

Ochrana před úrazem elektrickým proudem je řešena dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3.

Druh ochranného opatření

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

Základní ochrana (dříve ochrana před nebezpečným dotykem živých částí)

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

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

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

Doplňková ochrana

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

6 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ PŘIPOJENÍ

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

FVE systém bude tvořen stacionárními FV panely o celkovém počtu 41 kusů, o jmenovitém výkonu 500Wp. Sklon každého FV panelů vůči horizontální rovině je dán sklonem střešní konstrukce, tj. 20°. FV panely budou propojeny do sériových sekcí: 2x 14ks a 1x 13ks. 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 chráničce (elektroinstalační liště / trubka) tak, aby byl minimalizován vznik vnějších polí a bludných proudů. Kladný (+) a záporný (-) pól sériového propojení fotovoltaických panelů bude jistiť elektronickou pojistkou uvnitř střídače a chráněn přepětíovou ochranou.

V síťovém 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 RH. Rozváděč RFVE musí obsahovat jistiť, přepětíová ochrana na straně AC může být součástí rozváděče RH. Síťový střídač musí být vybaven bezpečnostní ochranou zajišťující automatické odpojení od sítě v případě ztráty napětí, tj. nedodává 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 řešena jako přetížená, bude kotvena do nosné konstrukce střechy.

Konstrukce se bude skládat zejména z kotvících prvků (ukotvené do vazníků), náklonové konstrukce a nosných AL profilů na kterých budou připevněny fotovoltaické panely. Fotovoltaické panely budou připevněny k profilům krajními a středními příchytkami určenými k použití s navrženým systémem.

Hmotnost panelů, typová konstrukce a přetížení bude průměrně 20,0 kg/m² (průměrná hmotnost na zastavěnou plochu střechy). Statické posouzení střechy je řešeno samostatně.

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, nebo stiskem tlačítka „Centrál stop“ nebo „Total stop“, pokud jsou v budově instalována. Dle požadavku ČSN P 73 0847 musí být instalováno v objektu tlačítko FVE – STOP. Jeho funkce a elektrické zapojení viz výkresová část. 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 500Wp, Rozměry 1961x1134x30, Napětí na prázdno U_{oc} : minimálně 40,1V; Optimální napětí U_{mpp} : minimálně 33,3V; Optimální proud I_{mpp} : minimálně 15,03A; Maximální systémové napětí: 1000 V. Produktová záruka fotovoltaického panelu min. 12let (záruka na mechanické a výrobní vady), výkonnostní záruka panelu min. 25 let na 84,8% 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 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.

Předepsané parametry splňují např.: Trina TSM-NEG18R.28 - 500Wp

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 napojeny do DC odpojovačů. Odpojovače zajistí v případě výpadku napájení na straně AC odpojení modulů od střídače a zároveň velmi nízkou hodnotu výstupního napětí na modulech. Řídící jednotka odpojovačů bude umístěna v rozváděči RFVE ve sklepe a napojena k access pointu kabelem SXKD-UTP-LSOHFR-B2ca.

Předepsané parametry splňují např.: Tigo TS4-S, Tigo TAP, Tigo CCA

10 SÍŤOVÝ STŘÍDAČ

Provoz střídače 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 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 úkol kontroly sítě. Střídač bude 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 zařízení síťového střídače.

Popis síťového střídače

Výstupní výkon 20,0 kW, výstupní proud 3x 28,9A, napětí 3x230V/400V, +10/-15%, výstupní frekvence 50 +/-0,2Hz, účinník $\cos \varphi$ 1, vstupní napětí 180-1000V, max. Vstupní napětí 1100V, rozměry v krytí IP66 725x510x225, váha 43,4kg. Střídač musí splňovat normu 50438:2013, musí vyhovovat podmínkám dle PPDS, produktová záruka minimálně 5let. Střídač musí mít krytí min. IP65 pro možnou instalaci vně budovy.

Předepsané parametry splňuje např.: Fronius Symo 20.0-3-M

Výběr místa

Střídač bude osazen v místnosti 1.04 (technické zázemí), 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. Mezi jednotlivými střídači, dodržovat bezpečné vzdálenosti, dle technického listu výrobce.
- Vzdálenost horního okraje střídače od stropu měla být alespoň 50cm.
- Střídač instalovat na pevnou, kolmou zeď.
- Střídač by neměl být instalováno v prostorách s velkou prašností.
- Střídač nesmí být instalováno 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 je 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, rovněž začnete dostávat informace o zařízení na grafický displej střídače. 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, střídač se zcela odpojí od sítě.
- Během noci neodebírání střídač z veřejné sítě žádnou energii.
- Uložené hodnoty a nastavení zůstanou zachovány.
- Odpojení lze provést i manuálně.

Připojení sítě

Provoz střídače musí být plně automatický a střídač automaticky zjišťuje, zda je možné připojení sítě. Střídač 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.
- 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 pro síť (když je interní spotřeba energie střídačem zhruba shodná s dostupnou fotoelektrickou energií), střídač se odpojí od sítě a přejde do pohotovostního režimu. Střídač 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, střídač přejde z úsporných důvodů do režimu vypnutí. I v režimu vypnutí je však dostupná fotoelektrická energie monitorována a případně zahájena procedura připojení sítě.

11 PRAVIDLA PRO PARALELNÍ PROVOZ ZDROJŮ SE SÍTÍ

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

11.1 Napěťový a frekvenční ochrana a gradient nárůstu

FV výrobná musí být osazena U a f ochranou, která musí být dle požadavků PPDS třístupňová.

Výrobná 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 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, třída 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 připojený 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 připojený do sítě vn a při měření napětí na straně nižšího napětí.

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

11.2 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 $(U_n - U)/U_n$.

11.3 Provozní frekvenční rozsah RoCoF

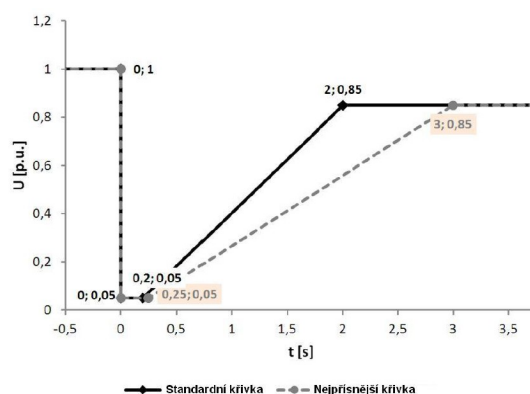
Výrobní moduly (od 11kW včetně do 100kW včetně) se nesmí odpojit v případě časové změny frekvence sítě (RoCoF) do hodnoty ± 2 Hz/s, přičemž RoCoF je měřena jako střední hodnota derivace frekvence v časovém intervalu 500ms.

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

11.4 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 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 výrobny se střídačem na výstupu:



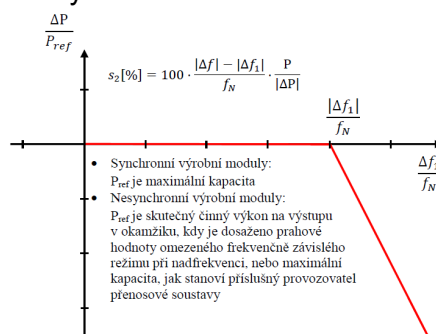
11.5 Krátkodobé přepětí – HVRT

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.

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 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 %;)

Pref 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.

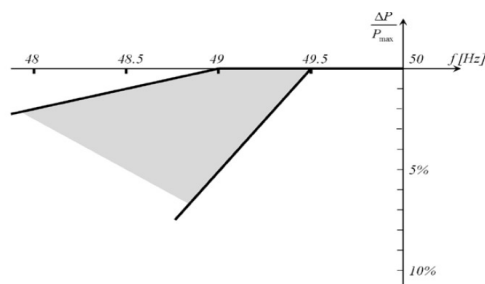
f_N je jmenovitá frekvence (50 Hz) v soustavě

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 s_2 .

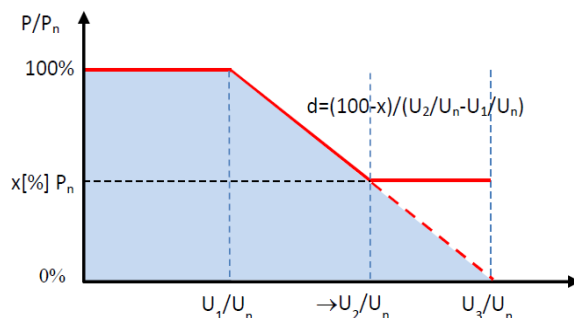
11.7 Snížení výkonu při podfrekvenci P(f)

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)

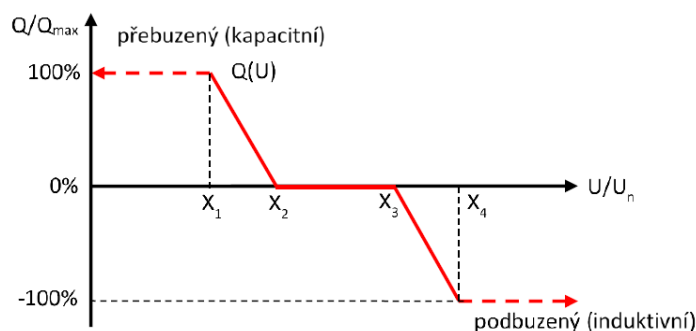
Ve střídači musí být osazena elektronická ochrana $Q(U)$. Tato funkce vyžaduje vzhledem k předpokládanému rozsahu využití u velkého počtu blízkých zdrojů připojovaných do sítí nn koordinaci jejích parametrů pro bezpečný provoz.

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

Body charakteristiky $Q(U)$:

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

Doporučené nastavení střídače:



12 ROZVÁDĚČE

12.1 Elektroměrový rozváděč RE (stávající)

Umístění elektroměrového rozváděče: stávající

Hlavní jistič v RE: stávající

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

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

12.2 Rozváděč RFVE

Umístění: rozváděč bude umístěn uvnitř objektu v místnosti 1.04 (technické zázemí).

Rozváděč RFVE je plechová skříň o rozměru min. 96M, v krytí IP40. Typ skříně je konstrukčně řešen k uchycení na zeď. Přívod a vývody vedeny spodem. Jmenovitý proud rozváděče In AC-32A. Střídač je do rozváděče RFVE připojen kabelem WL-RFVE / CYKY-J 5x6, jeho odpor by neměl být vyšší než 0,5 Ohmu. Blokové schéma rozváděče el. výroby je součástí 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.

12.3 Rozváděč RDC

Umístění: rozváděč bude umístěn uvnitř objektu v místnosti 1.04 (technické zázemí).

Rozváděč RDC je plastová skříň o rozměru min. 36M, v krytí IP40. Typ skříně je konstrukčně řešen k uchycení na zeď. Přívody od FV panelů a vývody do střídače vedeny spodem. Jmenovitý

proud rozváděče In DC-60A. Střídač je do rozváděče RDC připojen solárními kabely 6mm². Blokové schéma rozváděče el. výroby je součástí 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.

13 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.

13.1 DC ochrana fotovoltaického systému

Vstup měniče (DC) obsahuje vnitřní přepětiovou ochranu třídy II (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.

Na stejnosměrný vstup střídače je nutno instalovat přepětiovou ochranu třídy I a II umístěnou v rozvaděči RDC. Přepětiové ochrany slouží v tomto případě pouze jako ochrana proti indukovaným přepětím. Záleží zde velmi na kvalitě návrhu ochrany před bleskem.

13.2 Ochrana napájecí sítě AC

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

14 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.

Fotovoltaické panely by měly být umístěny do ochranného prostoru vnější jímací soustavy a dodržet bezpečnou vzdálenost s, dle ČSN EN 62305-3 ed.2.

Ochrana před bleskem bude řešena samostatnou PD, která musí uvažovat i umístění FVE.

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

15 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, CXKH-R (kategorie B2ca, s1, d0)
- kabely sdělovací - SXKD-UTP-LSOHFR-B2ca

15.1 Kabelová trasa DC

Hlavní trasa od FV panelů bude vedena po střeše až k prostupu pod krytinu, v kovovém elektroinstalačním žlabu s víkem. Dále pak stavebními konstrukcemi až k rozváděči el. výroby RDC. Veškeré prostupy stavebními konstrukcemi budou utěsněny. Kabelová trasa mezi RDC a střídačem bude vedena v elektroinstalačním žlabu s víkem. Kabelová trasa k řídicí jednotce DC odpojovačů panelů bude vedena kabelem SXKD-UTP-LSOHFR-B2ca, uloženým v elektroinstalačním žlabu.

15.2 Kabelová trasa AC a sdělovací

Hlavní kabelová trasa od rozváděče RH do RFVE bude vedena kabelem CYKY-J 5x6. Kabelová trasa ke střídači bude vedena kabelem CYKY-J 5x6 od rozváděče el. Výroby RFVE. Bude vedena v plném elektroinstalačním žlabu nebo pod omítkou.

15.3 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.

16 REGULACE VÝKONU FVE

Signál pro snížení činného výkonu na 0% bude vysílán ČEZ Distribuce a.s.. Z rozvaděče RFVE bude z kontaktů relé KA1 veden signál na stykač / rozpadové místo nebo do střídače / rozpadového místa. Regulace změny dodávky výkonu výroby se bude provádět diskrétně ve všech fázích současně v úrovních 0% a 100% jmenovitého výkonu.

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

17 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.

18 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 prací nutno dodržet ČSN 736005. FVE během svého provozu nevytváří žádné emise, takže nemá negativní vliv na životní prostředí.

19 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 ve smyslu NV 194/2022 Sb..

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.



20 OBSLUHA A ÚDRŽBA VÝROBNY EL. ENERGIE

Činnosti, které může provádět osoba bez elektrotechnické kvalifikace:

- Po jednom roce provést kontrolu mechanických úchytů FV panelů, hliníkových 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 kvalifikací dle NV 194/2022 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 veškerými pracemi na připojení el. Výrobní nutno zajistit, odpojení DC i AC
- 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

21 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. výrobní)
- Kontrola izolačního stavu kabelů
- Funkční zkouška nastavení síťových ochran, včetně odzkoušení gradientu nárůstu

22 ZÁVĚR

Při montáži modulů a střídače 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 8.4.2025

za DEKPROJEKT s.r.o.

Ing. Antonín Navrátil

Tel. +420 234 054 284