

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

STUPEŇ: **Projekt pro výběr zhotovitele (DZS)**

AKCE: **Fotovoltaická elektrárna o výkonu 18,9 kWp**

MÍSTO INSTALACE: Městský úřad Chrudim.
Pardubická 53, Chrudim I, 53701 Chrudim
k.ú.: Chrudim 654299, parcela č. st. 5345

KRAJ: Východní Čechy

ZAKÁZKOVÉ ČÍSLO: 2680-21

DATUM: 06/2021 – revize 10/2022

VYPRACOVAL: Jiří Albrecht, Černá u Bohdanče 97
533 41 Lázně Bohdaneč
IČO: 44434812

INVESTOR: Město Chrudim,
Resselovo náměstí 77, Chrudim I, 53701 Chrudim
IČ: 00270211
DIČ: CZ00270211



OBSAH PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE

NÁZEV STAVBY: Fotovoltaická elektrárna o výkonu 18,9 kWp

Textová část

E1Technická zpráva

Výkresová část

E2 Jednopolové schéma FVE2

E3 Situace, rozmístění technologie FVE

E1-Technická zpráva

A. Všeobecně:

Projekt řeší instalaci fotovoltaického systému (FVE2) o jmenovitém výkonu 18,9 kWp. Jedná se o fotovoltaický systém, kde vyrobená el. energie je zpracována výrobcem v daném odběrném místě a přebytek el. energie je dodán do místní distribuční sítě. V daném odběrném místě je již instalován fotovoltaický systém (FVE1) o jmenovitém výkonu 21,84 kWp.

Fotovoltaický systém (FVE2) je umístěn na střeše objektu: **Pardubická 53, 537 01 Chrudim IV, katastrální území: Chrudim (654299), parc.č.: st.5345**, kde je umístěno celkem 42 ks fotovoltaických modulů o jmenovitém výkonu 450 Wp, typ: Axitec AC-450MH/144V.

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Zákon č. 458/2000 Sb., energetický zákon

Nařízení vlády č. 616/2006 Sb., o technických požadavcích na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility

Použité normy - Dokumentace je zpracována podle platných technických norem

Jedná se zejména:

ČSN ISO 14617-1 – značky pro elektrotechnická schémata

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

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

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

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

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

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

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

ČSN 332000-4-45 – ochrana před podpětím

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

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

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

ČSN 332000-7-712 ed.2 – zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – solární fotovoltaické napájecí systémy
 ČSN ISO 3864-1,2,3 – bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky
 ČSN 380810/změna a – použití ochrany před přepětím v silnoproudých zařízeních
 ČSN EN 50110-1 ed.3 – obsluha a práce na elektrickém zařízení – část 1
 ČSN EN 50110-2 ed.2 – obsluha a práce na elektrických zařízeních – část 2
 ČSN EN 50438 ed.2/Z1 – požadavky na paralelní připojení mikrogenerátorů s veřejnými distribučními sítěmi nízkého napětí
 ČSN 60079-32-1 – návod na ochranu před nebezpečnými účinky statické elektřiny
 ČSN EN 60529/A1/A2 – stupně ochrany, krytí IP kód
 ČSN EN 61140 ed.3 – ochrana před úrazem elektrickým proudem - Společná hlediska pro instalaci a zařízení
 ČSN EN 61310-1,2,3 ed.2 – bezpečnostní strojní zařízení: požadavky na vizuální, akustické a taktilní signály, požadavky na značení, požadavky na umístění a funkci ovládačů
 ČSN EN 61727 - Fotovoltaické (FV) systémy - Parametry rozhraní s uživatelskou sítí
 ČSN EN 61439-1 ed.2/opr.1, 61439-2 ed.2, 61439-3 – rozváděče NN, typové a částečné typově zkoušené rozváděče, všeobecná ustanovení, výkonové rozváděče, rozvodnice určené k provozování laiky
 ČSN EN 62305-1,2,3,4 ed.2 – ochrana před bleskem
 ČSN 730804/Z1/Z2 – požární bezpečnost staveb
 ČSN 730810 – požární bezpečnost staveb – společná ustanovení
 ČSN 730848/Z1/Z2 – požární bezpečnost staveb – kabelové rozvody
 ČSN 736005/Z1/Z2/Z3/Z4 – prostorové uspořádání sítě technického vybavení

Připojení k distribuční soustavě:

Smlouva o připojení výroby k distribuční soustavě na napěťovou hladinu 0,4kV: ČEZ,
 21_SOP_01_4121807025

Způsob provozu výroby:

přebytky do distribuční soustavy

Celkově instalováno:

40,74 kWp (FVE1 ...21,84 kWp + FVE2 ... 18,9 kWp)

Rezervovaný výkon výroby:

40,74 kW

B. Základní technické parametry:

FVE2 - Strana DC:

Počet fotovoltaických panelů: 42 ks

Napěťová soustava fotovoltaických panelů: 2-1000V, DC, IT

Max. výkon 1 fotovoltaického panelu: 450 Wp

Max. výkon soustavy panelů: 18,9 kWp

FVE2 - Strana AC:

Počet fotovoltaických inverterů: 1ks

Max. výstupní výkon inverterů: 17 kW

Max. výstupní proud inverterů: 3x26 A

Napěťová soustava inverterů: 3x 230V/400V

C. Stanovení vnějších vlivů

Stanoveným třídám vnějších vlivů musí odpovídat provedení elektroinstalace dle dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3, ČSN 33 2000-5-51 ed.3/Z1/Z2, a dalších souvisejících platných českých norem.

Zařízení je vystaveno následujícím vlivům:

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

Prostory **venkovní**: AA7, AB8, AC1, AD3, AE2, AF2, AG1, AH1, AJ, AK1, AL1, AM1, AN2, AP1, AQ2, AR2, AS2, BA1, BB, BC3, BD1, BE1, CA1, CB1: z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem - **prostory nebezpečné** a to z důvodů, že se zařízením nebudou manipulovat osoby bez odborné kvalifikace.

Opatření vyplývající z vlivů, které nejsou dle článku 512.2.4 ČSN 33 2000-5-51 ed.3/Z1/Z2 normální:

- bude použito zařízení s vyšším krytím (venkovní prostředí)
- elektrické zařízení a rozvody budou provedeny v souladu s ČSN 332000-4-473/Z1
- elektrické zařízení musí mít vhodnou povrchovou úpravu před korozí slunečním zářením, šrouby, které je nutno během životnosti zařízení a jeho provozu uvolňovat, musí být korozně odolné, při kladení kabelů se nesmí provádět ostré ohyby.

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

Druh ochranného opatření

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

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

- Základní ochrana:
ČSN EN 61140 ed.3 čl. 5.1.
- Základní izolace živých částí:
ČSN 33 2000-4-41 ed.3 příloha A, čl. A1; ČSN EN 61140 ed.3 čl. 5.1.1
- Přepážky nebo kryty:
ČSN 33 2000-4-41 ed.3 příloha A, čl. A2; ČSN EN 61140 ed.3 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.3 čl. 5.2.1.
- Ochranné pospojování:
ČSN 33 2000-4-41 ed.3 čl. 411.3.1.2.; ČSN EN 61140 ed.3 čl. 5.2.2.
- Automatické odpojení od zdroje:
ČSN 33 2000-4-41 ed.3 čl. 411.3.2.; ČSN EN 61140 ed.3 čl. 5.2.5.

Doplňková ochrana

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

E. Technické řešení připojení:

Soustava fotovoltaických panelů produkujících elektrickou energii, která je spotřebována pro vlastní spotřebu objektu a přebytek je dodán do místní distribuční sítě ČEZ.

Fotovoltaický systém obsahuje všechny nezbytné komponenty pro montáž na střechu objektu, kabelový rozvod, soustavu síťových invertorů a rozváděč el. výroby RFVE.

Pro řešení mimořádných provozních stavů v DS je nezbytné, aby v případě potřeby bylo možné odstavit dodávku činného výkonu z fotovoltaické elektrárny, po nezbytnou dobu pomocí HDO (požadavek DS).

FVE systém je tvořena stacionárními FV panely o celkovém počtu 42 kusů, o jmenovitém výkonu 450Wp.

Na střeše bude použito systémové, střešní, nosné konstrukce v alu-nerezovém provedení pro 42 ks fotovoltaických panelů. Konstrukce bude kopírovat náklon a orientaci střechy.

FV panely budou propojeny do jednoho stringu (zapojení dle výkresu E2). Tyto FV panely jsou zapojeny přes speciální MC konektory. MC konektory jednotlivých FV panelů budou propojeny speciálním ohebným solárním vodičem s PU izolací (např.: Flex-Sol 4,0SN nebo SolarCabel 4,0).

Solární vodiče s PU izolací budou 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 je jištěn elektronickou pojistkou a chráněn přepětíovou ochranou, uvnitř invertoru.

Velikost tohoto DC napětí při provozu, může pohybovat v rozsahu 2-1000V DC, které závisí zejména na intenzitě dopadajícího slunečního záření a teplotě panelů.

V síťovém invertoru je výkon z FV panelů transformován na 3fázové střídavé napětí 3x230V/400V/50 Hz, které je připojeno přes rozváděč el. výroby RFVE2 do rozváděče společné spotřeby R..., na jednotlivé technologické okruhy.

Vyrobená elektrická energie z FVE systému je spotřebována pro vlastní potřebu (chod objektu MÚ) a přebytek el. energie je dodán do místní distribuční sítě ČEZ.

Síťový inverter je 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.

FVE systém je instalován na typové konstrukci, která je dostatečně dimenzována. Typová konstrukce je umístěna nad povrchem střechy a uchycena pomocí zátěžové konstrukce. Hmotnost panelů a typová konstrukce je do 20kg/m². Vzhledem k typové konstrukci a technickému stavu střechy se nepředpokládá žádné konstrukční úpravy.

F. Požárně bezpečnostní řešení

Navržený FVE systém je v souladu s technickými doporučeními a požadavky na rozhraní mezi FVE systémem a uživatelskou sítí dle ČSN EN 61727 a splňuje požadavky na požární bezpečnost v souladu s vyhláškou č.23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany staveb.

FV panely lze hodnotit jako nehořlavé prvky třídy reakce na oheň A1, A2 – předpokládá se, že nedochází k padání hořících částí.

Dle ČSN 730804 čl. 9.8.7, lze požární odolnost konstrukce podporující toto technologické zařízení považovat za splněnou, neboť podpůrná konstrukce technologického zařízení je nehořlavá.

Nové stavební konstrukce se nenavrhují, na podporující konstrukce se neklade požadavek- podle čl. 12.3.1.1 ČSN 730804.

Nejedná se o otevřená technologická zařízení v 6. a 7. skupině výrob ani zařízení s hořlavými kapalinami.

Při průchodu konstrukcemi budou kabelové prostupy utěsněny, dle bodu 9.3, této zprávy.

Vzhledem k reálné situaci může velitel zásahu HZS rozhodnout, že nebudou jednotky HZS zasahovat z důvodů ohrožení členů jednotek.

G. Odpojení FVE od distribuční sítě

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

Dále FVE systém lze vypnout centrálním stopem, umístěným na veřejném přístupovém místě v dosahu jednotek IZS. Centrální stop bude opatřen textovou tabulkou „centrální stop – odpojení FVE od distribuční sítě“. Dále FVE systém lze vypnout hlavním vypínačem DC, který je umístěn ve spodu síťových invertorů.

H. Jednotlivé provozní režimy

1. Fotovoltaický systém FV:

1.1 Popis fotovoltaického modulu o jmenovitém výkonu 450Wp-Axitec AC-450MH/144V:

Minimální jmenovitý výkon modulu 450 Wp, Napětí na prázdko Uoc: minimálně 50,1 V; Optimální napětí Umpp: minimálně 41,39 V; Optimální proud Impp: minimálně 10,88 A; Maximální systémové napětí: 1500 V; Záruka: min. 15 let; zapouzdření článků: EVA/ethyl-vinyl-acetát; rám modulu: eloxovaný hliník, Garance výkonu: min. 25 let (garance 85% výkonu po dobu 25 let) a min. účinností 20%. 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 překontrolujte, zda výrobcem uvedená hodnota napětí pro fotovoltaický modul odpovídá skutečné hodnotě. Při měření napětí, prosím zohledněte, že fotovoltaický modul za nízkých teplot a konstantního osvětlení dodává vyšší napětí na prázdko. Při vnější teplotě -10°C, nesmí napětí na prázdko v žádném případě přesáhnout 1000V. Platné teplotní koeficienty pro výpočet teoretického napětí naprázdko, naleznete v datovém listu fotovoltaického modulu. V případě překročení napětí naprázdko fotovoltaického stringu 900V dojde ke zničení zařízení síťového invertoru.

1.2 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 váš fotovoltaický panel.

1.3 Optimalizace MPPT na úrovni každých dvou panelů:

Pro optimalizaci a maximalizaci výroby bude součástí systému pod každými 2 panely zapojen do stringu optimalizér, který bude zajišťovat nezávislý výkon každých 2 sériově propojených panelů k němu připojených. Tato technologie zajistí, že když dojde k lokálnímu zastínění ostatních panelů, tak nezastíněné panely pojedou na 100 % výkonu. Když dojde k zastínění části stringu u standardní technologie bez optimalizérů, ostatní nezastíněné panely sníží svůj výkon na úroveň těch zastíněných.

Bezpečnostní, efektivní řešení – vypnutí na úrovni panelů:

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

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

- Budova je odpojena od veřejné elektrické sítě
- Střídač je vypnut
- Tepelné senzory optimalizérů zaznamenají vzrůstající teplotu (prahová hodnota 85°C)

2. Síťový inverter:

Obecně: Provoz invertoru je 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.

Inverter, přebírá úkol kontroly sítě. Inverter bude naprogramován tak, aby při síťové nesrovnalosti (např. vypnutí sítě, přerušení sítě) ihned přerušil provoz a napájení do sítě.

2.1 Popis invertoru:

Solar Edge SE17K: výstupní výkon 17kW, výstupní proud 3x26A, napětí 3x230V/400V, +10/-15%, výstupní frekvence 50 +/-0,2Hz, účinník $\cos \phi$ 1, vstupní výkon FV panelů 21,25kWp, vstupní napětí 750-900V, max. vstupní napětí 900V, rozměry v krytí IP65 540x315x260, váha 33 kg.

Záruka: min. 12 let, min. účinnost 97,7% a vybaven funkcemi Q(U), P(U), LVRT, P(f) dle přílohy 4 PPDS (chování vyroben v síti).

Řiditelnost střídače - diskrétní – pro tuto velikost FVE řízení dle požadavků distributora 0-100% signálem HDO.

2.2 Výběr místa:

- Invertor bude umístěn v technické místnosti objektu č.p.53 mimo chráněnou nebo částečně chráněnou únikovou cestu a nemusí tvořit samostatný požární úsek, v tomto prostoru není trvalé pracovní místo.
- Nezvyšujte bezdůvodně síťovou impedanci použitím střídavého vedení s příliš malým průřezem mezi zařízením invertoru a rozváděčem RFVE. Odpor střídavého vedení mezi zařízením invertoru a rozváděčem RFVE, by neměl být vyšší než 0,5 Ohmu, typ kabelu bude dodržen dle výkresové části dokumentace.
- Okolní teplota nesmí být nižší než -25 °C a vyšší než +60 °C.
- Mezi jednotlivými zařízeními invertoru, dodržovat vzdálenost 20cm.
- Vzdálenost horního okraje zařízení invertoru od stropu nebo poličky měla být cca 50cm.
- Zařízení instalovat na pevnou, kolmou zeď.
- Vzduch uvnitř invertoru proudí směrem zprava doleva. Přívod vzduchu vpravo, odvod teplého vzduchu vlevo.
- Zařízení invertoru by nemělo být instalováno v prostorách s velkou prašností.
- Zařízení invertoru nesmí být instalováno v prostorách s velkou prašností vodivých částic (např. ocelové piliny).
- Při montáži zařízení invertoru dbejte na to, aby se displej nacházel pod úrovní výšky vašich očí. Tím je zajištěna optimální čitelnost displeje.

2.3 Průběh funkce:

Zařízení invertoru, je vybaveno pro zcela automatické řízení provozu. Pro dodávání proudu do sítě není v zásadě 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 vašich 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 neodebírá zařízení invertoru z veřejné sítě žádnou energii.
- Uložené hodnoty a nastavení zůstanou zachovány.
- Odpojení lze provést i manuálně.

2.4 Připojení sítě:

Provoz invertoru je plně automatický a invertor automaticky zjišťuje, zda je možné připojení sítě. Invertor pracuje při připojování k síti takto:

1. Je-li na svorkách vstupu stejnosměrného proudu k dispozici sluneční energie, aktivují se moduly DC (stejnosměrného proudu) a začnou pracovat.
2. Moduly DC začnou dodávat energii do sběrnice DC na 1000V.
3. Moduly AC (střídavého proudu) přijímají energii ze sběrnice DC a začnou pracovat. Poté se moduly AC přepnou do pohotovostního režimu.
4. Pokud napětí stejnosměrného vstupu (DC) překročí 200V, modul DC umožní provoz sítě přes sběrnici CAN.
5. 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.

2.5 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 jsou monitorovány všechny parametry invertoru a sítě.

2.6 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 nadále monitoruje dostupnou fotoelektrickou energii.

Pokud se do pěti minut začne znovu vytvářet dostatečná fotoelektrická energie, zahájí se nová procedura připojení sítě. Pokud nebude po dobu 5 minut dostupná žádná fotoelektrická energie, invertor přejde z úsporných důvodů do režimu vypnutí. I v režimu vypnutí je však dostupná fotoelektrická energie monitorována a případně zahájena procedura připojení sítě.

3. Pravidla pro paralelní provoz zdrojů se sítí:

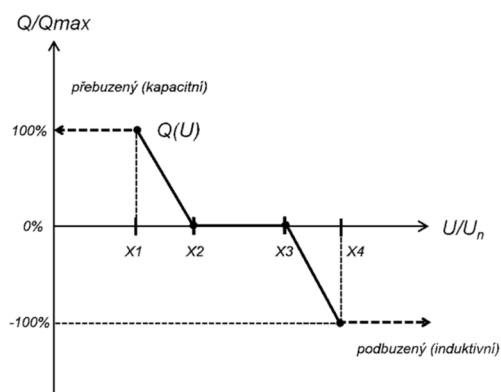
Podmínkou pro uvedení zařízení do provozu je nutný protokol o nastavení a funkčnosti napěťových a frekvenčních ochran sítových měničů, který musí být součástí nebo přílohou výchozí revizní zprávy. Nastavené ochrany v invertoru musí být v souladu s PPDS, příloha č.4, článek 8.2, tabulka 5.

3.1 Napěťová a frekvenční ochrana, nastavená dle PPDS:

	Rozsah nastavení	Nastavení dle SOP
• U nadpětí 3. stupeň:	1,00 – 1,30 U_n	1,20 U_n , t - 0,1s
• U nadpětí 2. stupeň:	1,00 – 1,30 U_n	1,15 U_n , t - 5s
• U nadpětí 1. stupeň:	1,00 – 1,30 U_n	1,11 U_n , t - 60s
• U podpětí 1. stupeň:	0,10 – 1,00 U_n	0,70 U_n , t - 2,7s
• U podpětí 2. stupeň:	0,10 – 1,00 U_n	0,45 U_n , t - 1,7 s
• F nadfrekvence:	50 – 52 Hz	51,5 Hz, t - 0,1s
• F podfrekvence.:	47,5 – 50 Hz	47,5 Hz, t - 0,1s
• Jalový výkon/podpětí.:	0,70 – 1,00 U_n	neuvedeno

3.2 Řízení jalového výkonu Q(U):

V invertoru je osazena elektronická ochrana Q(U). Elektronická ochrana bude nastavena dle PPDS, příloha č.4, článek 9.4, obrázek 8.



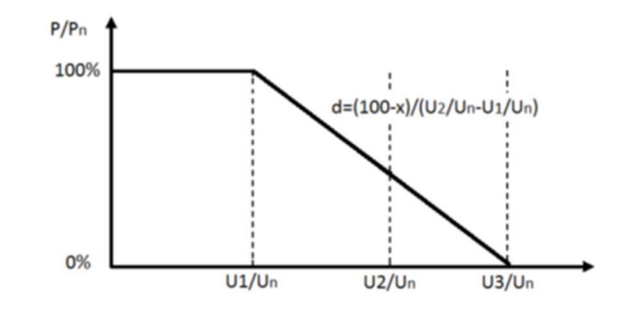
Nastavení v invertoru:

- Body charakteristiky Q(U):
- $X1 = 0,94$
- $X2 = 0,97$
- $X3 = 1,05$

- $X4 = 1,08$
- Doporučená časová konstanta 5 s

3.3 Přizpůsobení činného výkonu $P(U)$:

V invertoru je osazena elektronická ochrana $P(U)$. Elektronická ochrana bude nastavena dle PPDS, příloha č.4, článek 9.3.2, obrázek 6.

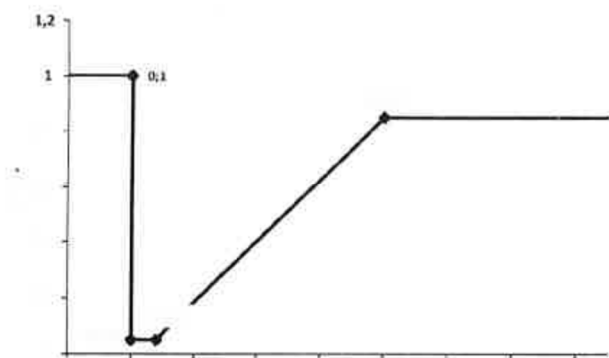


Nastavení v invertoru:

- Body charakteristiky $Q(U)$:
- $U1/U_n = 109 \%$
- $U2/U_n = 110 \%$
- $U3/U_n = 111 \%$
- Doporučená časová konstanta 5 s

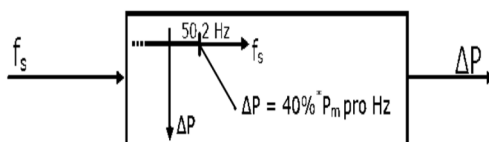
3.4 Dynamická podpora sítě

Dle P4 PPDS, křivka Schopnost překlenutí poruchy pro zdroje se střídačem na výstupu



3.5 Snížení výkonu při nadfrekvenci $P(f)$:

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



Nastavení v invertoru:

- V rozsahu $47,5 \text{ Hz} < f_s < 50,2 \text{ Hz}$ žádné omezení
- Při $f_s \leq 47,5 \text{ Hz}$ a $f_s \geq 51,5 \text{ Hz}$ odpojení od sítě.

4. Rozváděč RFVE2:

Umístění: rozváděč je umístěn v technické místnosti objektu č.p.53, mimo chráněnou nebo částečně chráněnou únikovou cestu a nemusí tvořit samostatný požární úsek, v tomto prostoru není trvalé pracovní místo.

Rozváděč RFVE2 je plastová modulová rozvodnice s celkovým počtem 3x 18 modulů s celkovým počtem 54 modulů, v krytí IP40/ IP20.

Používá se především pro umístění a propojení modulárních el. přístrojů.

Typ skříně je konstrukčně řešena k postavení na stěnu.

Přívod a vývody vedeny spodem.

Jmenovitý proud rozváděče In AC-40A/3/AC

Vnitřní zapojení, včetně typů el. prvků je zřejmé z výkresové dokumentace, číslo výkresu E2

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.

5. Elektroměrový rozváděč (stávající):

Umístění elektroměrového rozváděče: na chodbě č.p.67

Hlavní přívodní jistič: 3x 160A, charakteristika B

Místo spotřeby: 0000952252

Odběrné místo: 0102464991

Rozváděč musí splňovat připojovací podmínky distribuce a odpovídající předpisy a normy. Tyto úpravy hradí investor na své náklady.

Vzhledem k tomu, že se jedná pouze o rozšíření výroby elektrické energie, zapojenou ve stávajícím odběrném místě, nebude zřizováno nové odběrné a předávací místo. Stávající elektroměr je čtyřkvadrantní s průběhovými měřeními, který bude zaznamenávat všechny toky činné a jalové elektrické energie.

Provedení a zapojení odpovídá platným předpisům a normám, dále rozváděč bude opatřen textovou tabulkou „centrál stop – odpojení FVE od distribuční sítě“. Rozváděč bude rovněž označena značkou jako zařízení pod napětím.

6. Ochrana před přepětí:

Účinná ochrana před bleskem a přepětím pro fotovoltaické články je nutná z hlediska životnosti FV článku a citlivé elektroniky měničů. Příčinou přepětí ve fotovoltaických panelech jsou induktivní a kapacitní vazby, které jsou způsobeny bleskovými výboji i vzdálenými a spínacími přepětím ze sítě NN. Přepětí vzniká v důsledku šíření bleskového proudu a může způsobit škody na FV článku a měniči. Toto, má zpravidla závažné následky na provoz zařízení.

6.1 Ochrana fotovoltaických systému, třída I a II

Na vstupu měniče (DC), je zapojena vnitřní přepětiová ochrana (ochrana plusových a minusových sběrnic fotovoltaického systému před účinky přepětí). Provozní napětí přepětiové ochrany je navrhnut 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 stávající hromosvodní ochrany. Zejména počet svodů - čím vyšší, tím lepší. Dokážeme tím odvést velkou část energie blesku do země a zároveň je vyšší pravděpodobnost, že přepětiové ochrany nebudou zničeny. **V případě, že nelze zkonstruovat oddálený hromosvod, nelze zároveň zaručit spolehlivou ochranu před bleskem.**

6.2 Ochrana napájecí sítě TN-S, třída II.

Na výstupu z měniče (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 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.

Přepěťová ochrana slouží, aby nepustila část bleskového proudu do elektroinstalace v případě přímého úderu blesku do FV článku. Toto opatření souvisí obecně s problematikou elektromagnetické kompatibility. Instalací nějakého zařízení (myšleno celý komplex FV článku, včetně příslušenství) by neměl vzniknout problém se zavlečením rušení nebo poruch do stávající instalace.

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

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

Tato analýza je součástí projektové dokumentace investora, který ji pro účely tohoto projektu nemohl poskytnout.

Po dohodě s dodavatelem FVE a investorem, bude vypracována prováděcí dokumentace hromosvodné soustavy.

Na základě prováděcí dokumentace, bude domluvený přesný postup či harmonogram nové dodávky či úprava stávající hromosvodné soustavy.

Ochrana před bleskem se skládá:

Bod 7.1 - Vnější ochrana před bleskem – jímací systém, systém svodů, systém uzemnění.

Bod 7.2 - Vnitřní ochrana před bleskem – potenciálové vyrovnání – pospojení, systém ochrany před přepětím (viz. bod 7).

Při montáži fotovoltaického systému na střeše dané budovy či objektu mohou nastat níže uvedené situace:

7.1 Vnější ochrana (instalován stávající hromosvod, nedodržená bezpečná vzdálenost s, s instalací na vodivé střeše):

Řádný stav systému ochrany před bleskem a přepětím je ověřen z výchozí nebo pravidelné revize. Při instalaci kolektorů 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. 2-5ohmy.

FV panely a hliníková konstrukce je umístěna v blízkosti stávajícího jímacího vedení, tak že není dodržena bezpečná vzdálenost s, nebo umístěna na vodivé střeše. Ochrana je navržena - využití konstrukce fotovoltaických panelů jako náhodných jimačů.

Nosné rámy FV panelů se pečlivě propojí s jímací soustavou na několika místech (co nejvíce). Nesmí vzniknout tzv. slepé konce svodů - bleskový proud by v těchto místech mohl nekontrolovaně přeskočit na nejbližší uzemnění kovových předmětů (tím může být i napájecí vedení uložené v patře pod střechou). Dále je třeba zajistit, aby panely FV panely netvořily část jímací soustavy, do které by mohl přímo udeřit blesk. Toho bude dosaženo instalací pomocných jimačů. Stávající počet svodů bude upraven tak, aby byly rozmístěny symetricky okolo objektu, a celý bleskový proud neprocházel přes nosnou konstrukci panelů, ale měl možnost se rozdělit.

V tomto případě nejsou ochráněny panely před účinky atmosférického přepětí. Nicméně invertor a budova zůstanou v ideálních podmínkách nepoškozeny.

7.2 Vnitřní ochrana před bleskem:

Z hlavní ochranné přípojnice HOP je vyveden vodič FeZn10, do rozváděče RFVE.

Dále budou vzájemně propojeny všechny kovové konstrukce, tj. síťové inventory, kabelové žlaby, pomocí vodičů CYA 10zl, ale i všechny elektrická zařízení třídy I, na ekvipotenciálovou přípojnicí, která je propojena s obvody hlavního pospojení HOP.

Pokud FV panely budou v ochranném úhlu jímacího vedení a bude dodržena bezpečná vzdálenost, bude propojena nosná konstrukce FV panelů, včetně FV panelů, pomocí vodiče CYA 6zl na ekvipotenciálovou přípojnicí, která je propojena s obvody hlavního pospojení HOP. Vodič pospojení a ani DC kabely od FV panelů se nikde nesmí přiblížit k jímací soustavě na vzdálenost menší, než je vypočítaná bezpečná vzdálenost. Při této variantě, umístění FV panelů je zapotřebí se dále zabývat pouze indukovaným přepětím – pokud jímací vedení je instalováno.

Přímý úder blesku nebo nekontrolované přeskoky nehrozí.

8. Kabelová část:

Fotovoltaická instalace je provedena kabely s měděnými jádry (vícežilové / jednožilové) a izolací z PVC zabraňující šíření plamene a nejedná se o požárně bezpečnostní zařízení, není požadavek na kabely s funkční integritou.

Celkové provedení kabelových rozvodů musí odpovídat ČSN 33 2000-5-52 ed.2/Z1 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 33 2000-5-52 ed.2/Z1 je nutné dodržet min. odstup DC kabelového vedení od AC kabelového vedení, včetně slaboproudu.

Kabelové rozvody budou provedeny tak, aby neztěžovaly nebo neznemožňovaly údržbu, opravy a výměny jednotlivých dílů technologického zařízení FVE systému.

Pro kabelové rozvody jsou v projektu navrženy následující typy kabelů:

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

8.1 Kabelová trasa DC:

Hlavní trasa od FV panelů bude částečně po střeše (objektu p.č.st. 5345), následně po stěně objektu č.p.53 v kovové chrániče nebo v kabelovém žlabu, k rozváděči RFVE-DC, dále do rozváděče RFVE2, kde bude výzbroj pro FVE. Průchod střechou je nutno provést tak, aby nemohlo dojít k poškození kabelů a nebyla porušena odolnost proti dešťové vodě. Kovové kabelové nosníky je třeba mezi sebou elektricky vodivě propojit a zahrnout do pospojení.

Veškeré prostupy stavebními konstrukcemi budou utěsněny, viz. bod 8.3.

8.2 Kabelová trasa AC:

Hlavní kabelová trasa je vedena od stáv.rozváděče objektu č.p.53 (uvnitř objektu) do technické místnosti (voda-topení), kde bude umístěn rozváděč RFVE2 a síťový invertor (objekt č.p.53).. Hlavní kabelová trasa bude vedena v kabelovém žlabu. Kabelový nosník musí být mezi sebou elektricky vodivě propojen a zahrnout do pospojení.

8.3 Kabelová prostupy:

Utěsnění prostupů rozvodů a instalací stavebně dělicími konstrukcemi bude 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⁻¹, se zajišťuje pomocí manžet, jejichž požární odolnost je určena požadovanou požární odolností požárně dělicí konstrukce, kterou prostupuje max. 90minut.

Toto se nevztahuje na kabely respektive zařízení navržené podle ČSN 730848, nebo na vodiče a kabely, které nešíří požár.

9. Přijímač HDO (Regulace výkonu v rozsahu 0/100 % - dispečerské (HDO) řízení):

Pro řešení mimořádných provozních stavů v DS je nezbytné, aby v případě potřeby bylo možné omezit nebo odstavit dodávku činného výkonu z fotovoltaické elektrárny, po nezbytnou dobu pomocí prostředků dispečerského řízení prostřednictvím přijímače HDO.

Výrobní je schopna adekvátně (rychle a přesně) reagovat na povel z dispečinku provozovatele DS k omezení činného výkonu na 0% jmenovité hodnoty, včetně povelu ke zrušení omezení. Regulace činného výkonu tak probíhá stupňovitě v režimu 0/100 % instalovaného výkonu.

Výrobní musí být schopna řízení činného výkonu pomocí relé přijímače HDO (hromadné dálkové ovládání) v majetku provozovatele distribuční soustavy (PDS). Přijímač HDO by měl být umístěn v elektroměrovém rozváděči s možností zaplombování. **Pokud bude přijímač umístěn jinde, musí k němu být smluvně zajištěn přístup pracovníků skupiny ČEZ.** Přijímač HDO musí být instalován tak, aby zůstaly pod napětím (funkční) i po odpojení výroby z paralelního provozu s distribuční soustavou. Řízení regulace změny činné dodávky pomocí přijímače HDO se bude provádět ve všech fázích současně v rozsahu 0/100%.

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.

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..

I. Certifikace, schvalování, realizace, elektromagnetická komptabilita EMC:

Všechny výrobky, které podléhají povinnému schvalování a certifikaci ve smyslu zákona č.22/1997 sb. O technických požadavcích na výrobky, musí být ve smyslu tohoto zákona vybaveny příslušnými schvalovacími certifikačními osvědčeními.

Pro stavbu mohou být použity jen takové výrobky, materiály a konstrukce odpovídající požadavkům na stavby v souladu se zákonem č. 183/2006 Sb. v platném znění § 156.

Dodavatelská a montážní organizace FVE systému stanoví způsob zajištění bezpečnosti při práci pro výstavbu i budoucí provoz dle § 9 vyhl. č. 48/1982 Sb.

Dle zákona o technických požadavcích na výrobky č. 22/1997 Sb. a nařízení vlády č.117/2016 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/Z1 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.

J. Vliv stavby na životní prostředí:

Vlastní provoz nijak nenaruší životní prostředí. Použité materiály - silové kabely, ochranné trubky, pilíře, skříně, a drobný montážní materiál jsou vůči okolí fyzicky a chemicky neutrální. Po dobu výstavby nedojde k podstatnému narušení životního prostředí a nebude omezen provoz na komunikacích. Po ukončení stavby bude terén uveden do původního stavu. Kácení vzrostlé zeleně se nepředpokládá. Při zemních pracích nutno dodržet ČSN 736005/Z1/Z2/Z3/Z4.

FVS během svého provozu nevytváří žádné emise, takže nemá negativní vliv na životní prostředí.

K. Ochrana zdraví a bezpečnost při práci:

Provozovatel je povinen řídit se při uvádění do provozu a provozování podmínkami dle ČSN 50110-1 ed.3, ČSN 50110-2 ed.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.

L. Obsluha a údržba el. výroby:

- 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 zajistěte, aby strany DC, AC, byly odpojeny od proudu.
- Po jednom roce přezkontrolovat:
 - dotažení svorek, jističů, pojistkových odpojovačů
 - uložení a stav izolace jednotlivých vodičů a kabelů v rozváděči
 - upevnění a správnost funkci všech přístrojů v rozváděči
 - označení jednotlivých přístrojů
- Po třech letech, je provedena pravidelná revize, dle normy ČSN 331500, ČSN 33 2000-6 ed.2/A11/opr. 1/Z1, ČSN 33 2000-7-712 ed.2.

M. Periodická revize:

- Po třech letech, je provedena pravidelná revize, dle normy ČSN 331500, ČSN 33 2000-6 ed.2/A11/opr. 1/Z1, 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

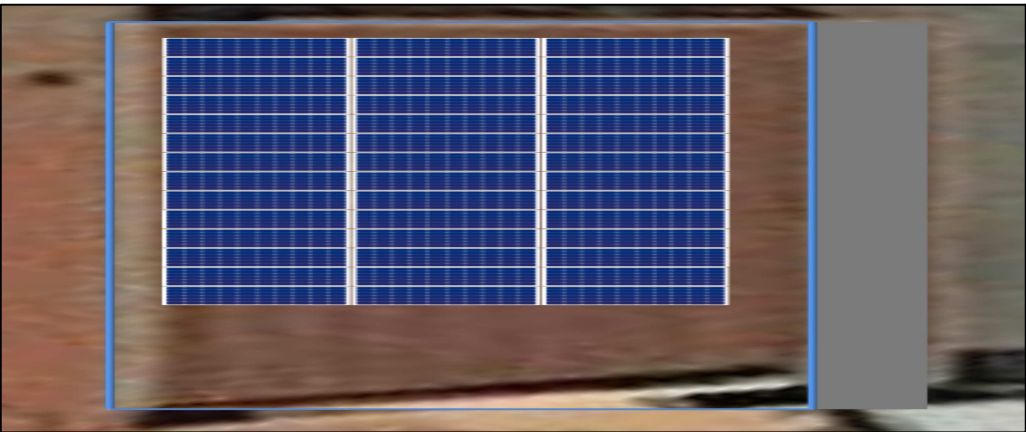
N. Závěr:

Při montáži modulů a invertorů nutno dodržet podmínky výrobce. Veškerá připojení musí být v souladu s planou legislativou, zejména zákonem č. 458/2000 Sb. v platném znění, zákonem č. 165/2012 Sb. v platném znění, vyhláškou č.16/2016 Sb., vyhláškou č.79/2010 Sb., pravidly provozování distribuční soustavy (PPDS), platnými ČSN a připojovacími podmínkami Distribuce.

Vypracoval: J. Albrecht

Investor: Městský úřad Chrudim, Resselovo náměstí 77, 537 16 Chrudim, IČ: 00270211
Typ výroby: fotovoltaická výroba umístěná na objektu: Pardubická 53, 537 01 Chrudim IV, katastrální území: Chrudim (654299), parc.č.: st.5345

Rozmístění FV panelů:



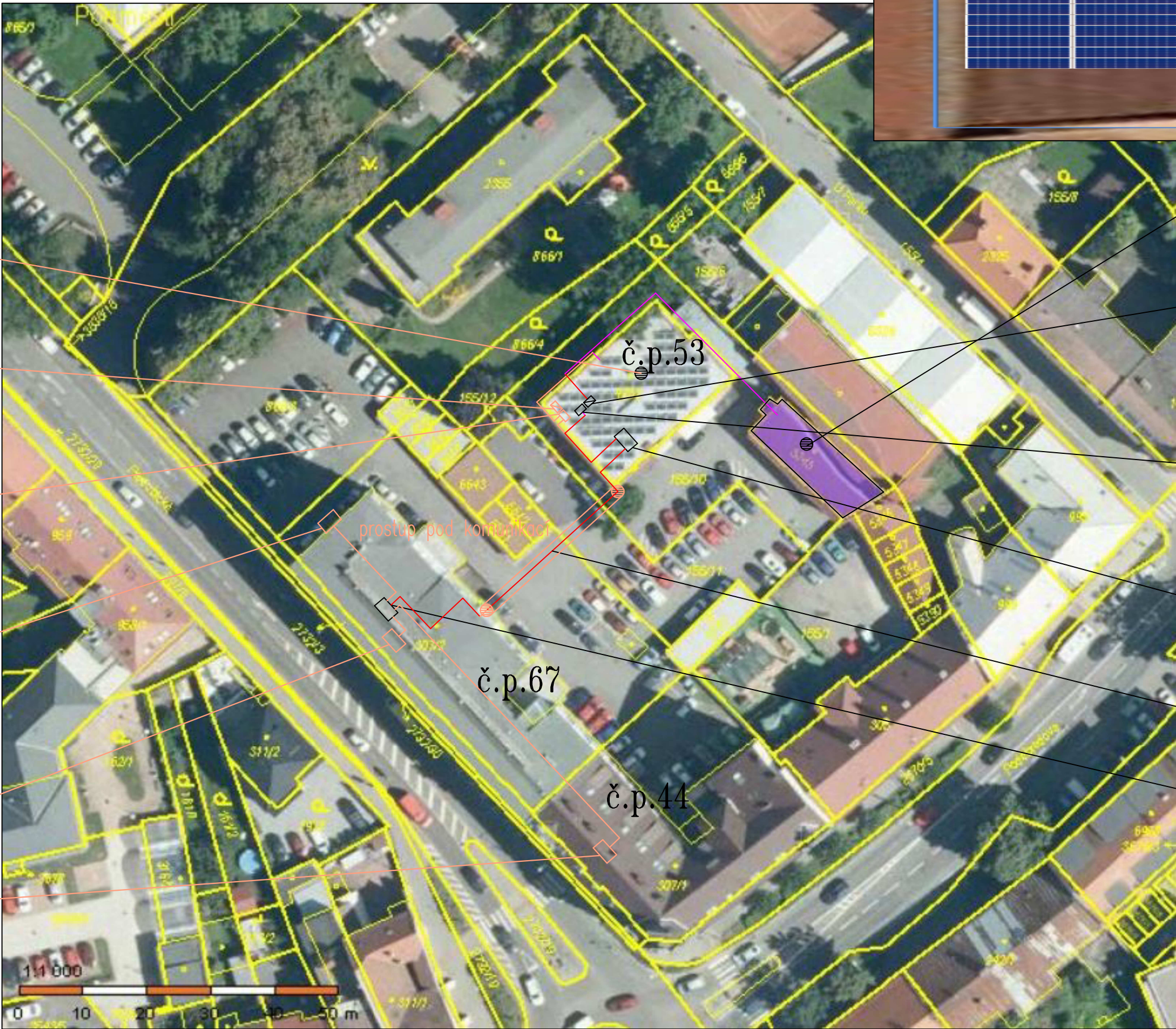
Pohled na objekty,
kde se bude instalovat
FVE (zdroj: KN-mapy):

FVE1
21,84kWp
3fáz. invertor
20kW/ 3fáz.

RFVE
rozváděč

RIS
přípojková skříň

R-č.p.67
hl. rozváděč objektu
R-č.p.44
hl. rozváděč objektu



FVE2
parc..č.st.5345
18,9kWp
3fáz. invertor
17kW/ 3fáz.
RFVE2
rozváděč
R-č.p.53
hl. rozváděč objektu
kabelová trasa
RE
fakturační měření
rozváděč objektu