

**DOKUMENTACE
PRO PROVEDENÍ STAVBY - DPS**

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Fotovoltaická výroba elektrické energie s akumulací

**Ing. Luděk Šofr, Ph.D.
Jízdárna Kralovický dvůr - Královice u Zlonic
FVE 98,4 kWp/120 kWh**

MONTÁŽ A ELEKTROINSTALACE

Investor: Ing. Luděk Šofr, Ph.D.
Královice 8, 274 01 Královice
IČ 13292862

Projektant: WATTEST, s.r.o.
Na Záhabří 73, 289 14 Poříčany
IČ 276 38 472

Pověřený projektant: Ing. Dan Staněk

Odpovědný projektant: Ing. Karel Červenka

Číslo zakázky: DPS-2021 / FVE 2021

Datum 8/2021

Obsah

1. ÚČEL A ROZSAH PROJEKTU	3
1.1. ÚVOD	3
1.2. HLAVNÍ CHARAKTERISTIKA	3
1.3. PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ.....	4
2. TECHNICKÉ PARAMETRY	5
2.1. ROZVODNÁ SOUSTAVA	5
2.2. OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM DLE ČSN 33 2000-4-41 ED.2:	5
2.3. ENERGETICKÁ BILANCE	6
2.4. ZPŮSOB MĚŘENÍ.....	6
2.5. ZPĚTNÉ VLIVY NA NAPÁJECÍ SÍŤ	6
2.5.1. <i>Flikr</i>	6
2.5.2. <i>Proudy harmonických</i>	6
2.6. DRUH PROSTŘEDÍ A KRYTÍ	6
2.7. OCHRANA PROTI PŘEPĚTÍ	7
3. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ.....	8
3.1. FV POLE A JEJICH PŘIPOJENÍ	8
3.2. ROZVÁDĚČ RFV-DC.....	10
3.3. ROZVÁDĚČ RFV-BAT, ČÁST AC.....	11
3.4. ROZVÁDĚČ RH-AC	11
3.5. MĚŘENÍ.....	12
3.6. STRÍDAČE	12
3.7. AKUMULÁTORY	13
3.8. KONTROLA SÍTĚ.....	14
3.9. REGULACE VÝKONU.....	15
3.10. VYVEDENÍ VÝKONU DO DS.....	15
3.11. KABELOVÉ TRASY.....	16
3.12. STĚNOVÉ PROSTUPY	17
3.13. OCHRANA PŘED BLESKEM, UZEMNĚNÍ A POSPOJOVÁNÍ	17
3.14. MECHANICKÁ ČÁST	18
3.15. VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	19
3.16. JINÁ USTANOVENÍ.....	19
4. KOMUNIKACE A MONITORING FVE.....	20
4.1. VŠEOBECNĚ	20
5. BEZPEČNOST PRÁCE	20
5.1. PROVÁDĚNÍ STAVEBNĚ MONTÁŽNÍCH PRACÍ	21
5.2. VÝSTRAŽNÉ TABULKY A NÁPISY	21
5.3. KVALIFIKACE MONTÁŽNÍCH PRACOVNÍKŮ A PRACOVNÍKŮ ÚDRŽBY	21
5.4. ÚDRŽBA FV SOUSTAVY	22
5.5. REVIZE ELEKTRICKÉHO ZAŘÍZENÍ.....	22
6. SPECIFIKACE MATERIÁLU	22
7. PŘÍLOHY	23

1. Účel a rozsah projektu

1.1. Úvod

Projekt řeší instalaci fotovoltaického zdroje na objektu střechy tribuny-jízdárny v areálu Jezdeckého spolku – Kralovický dvůr firmy Ing. Šofr Luděk, Ph.D. na st.p.č. 137, v k.ú. Královice [535109], kabelové rozvody střídavé (AC) a stejnosměrné (DC). Součástí projektu jsou rozváděče RFV-DC, RFV-BT, RFV-AC a RH-AC v němž jsou obsaženy rozvody DC a AC části FVE a napojení střídačů. Projekt dále řeší napojení fotovoltaické výroby do sítě jezdeckého areálu NN 3x 230V/400V, neřeší stávající strukturu NN rozvodů a hromosvody.

1.2. Hlavní charakteristika

Jedná se o fotovoltaickou elektrárnu založenou na systému AC Coupling.

Vlastní instalace FVE o instalovaném výkonu 98,4 kWp se bude skládat z 240 ks fotovoltaických panelů, každý o jmenovitém výkonu 410 Wp. Fotovoltaické panely budou umístěny na střeše objektu tribuny-jízdárny. Střešní konstrukce objektu tribuny-jízdárny je členitá, povrch střešního pláště je z trapézového plechu. Panely budou umístěny na střeše objektu tribuny-jízdárny na lehké zátěžové konstrukci pod sklonem 10°.

Ze střechy budou vedeny fotovoltaické kabely do prostoru pod tribunou, kde bude umístěn stejnosměrný rozváděč RFV-DC. Z rozváděče RFV-DC budou stejnosměrné kabely vedeny do dvou síťových střídačů umístěných v prostoru pod tribunou-jízdárnou. Výstupní střídavé napětí z těchto dvou střídačů bude vedeno do rozváděčů.

V prostoru pod tribunou -jízdárnou bude dále umístěna technologie akumulace, tj. bateriový systém o počtu 50 ks á 2,4 kWh o celkové kapacitě 120 kWh a 5 ks dobíjecích střídačů. Technologie akumulace vyrobené elektřiny bude umístěna v nově postaveném přístavku z panelů Kingspan.

Rozměry fotovoltaických panelů u výkonu 410 Wp, popř. jiném budou záležet na jednotlivých výrobcích/dodavatelích a mohou nabývat rozměry 1925x1040x35 mm. Konkrétní velikost fotovoltaických panelů bude upřesněna po končení výběrovém řízení na zhotovitele díla.

Sklon FV panelů vůči horizontální rovině je dán typovou nosnou konstrukcí, která svírá s konstrukcí střechy úhel 10°.

Výškově na stávající budově budou panely vystupovat o cca 35 cm nad střešní krytinu. Pohledově při pohledu ze země nebudou panely z přední (západ) strany viditelné. Hmotnost panelů a typové konstrukce je do 40 kg/m². Fotovoltaické panely budou uchyceny do pomocné konstrukce z hliníkových profilů na povrch střešního pláště. Hliníková pomocná konstrukce bude uchycena do střešní krytiny tvořené trapézovým plechem (uchycení hliníkové konstrukce nebude provedeno kotvením).

Veškeré rozvody DC, které zůstávají pod napětím i při vypnutém hlavním vypínači (v závislosti na osvětlení PV panelů), zůstávají na střeše objektu v co možná nejkratších délkách. Tlačítko vypnutí fotovoltaické instalace bude umístěno v prostoru pomocného rozváděče RH-AC u hlavního vchodu do areálu.

Soustava fotovoltaických panelů produkuje 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 FVE.

Celkově instalovaný výkon fotovoltaické instalace ve fotovoltaických panelech je 98,4 kWp a v instalovaných bateriích o celkové instalované kapacitě 120 kWh.

1.3. Podklady pro zpracování

Pro zpracování projektové dokumentace byly použity podklady:

- Energetický posudek podle §9 a) zákona č. 406/2000 Sb.
- kopie katastrální mapy
- zadání a požadavky investora, provozovatele
- Smlouva o připojení k distribuční síti č. 20_SoP_01_4121691103
- podklady výrobce FV panelů PhonoSolar Twinplus 410 Wp
- technické podklady síťových střídačů Fronius GoodWe GW50K-MT
- technické podklady bateriových střídačů GoodWe GW10K-BT
- rozmístění FV panelů na střeše, schválené investorem

Dokumentace je provedena podle platných zákonů, vyhlášek a norem, platných v době zpracování PD. Zejména pak:

- ČSN 33 0010 Elektrická zařízení. Rozdělení a pojmy.
- ČSN 33 0120 Normalizovaná napětí IEC
- ČSN EN 60059 Normalizované hodnoty proudů
- ČSN EN 60446 (33 0165) Značení vodičů barvami nebo číslicemi
- ČSN EN 60529 (33 0330) Stupně ochrany krytí (krytí IP kód)
- ČSN EN 61140 ed.2 Ochrana před úrazem elektrickým proudem – Společná hlediska pro instalaci a zařízení
- ČSN EN 50438 (33 0127) Požadavky na paralelní připojení mikrogenerátorů s veřejnými distribučními sítěmi nízkého napětí
- ČSN 33 0340 Ochranné kryty elektrických zařízení a předmětů
- ČSN 33 2000-1 ed. 2 El. instalace budov - Část 1 – rozsah platnosti, účel
- ČSN 33 2000-4-41 ed.2 Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- ČSN 33 2000-4-42 ed. 2 Ochrana před účinky tepla
- ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 Ochrana proti nadproudům
- ČSN 33 2000-4-443 ed. 2 Ochrana proti atmosférickým a spinacím přepětím
- ČSN 33 2000-4-45 Ochrana před podpětím
- ČSN 33 2000-4-46 ed. 2 Odpojování a spínání
- ČSN 33 2000-4-473 Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. oddíl 473: Opatření k ochraně proti nadproudům
- ČSN 33 2000-5-51 ed. 3 Výběr a stavba elektrických zařízení. Všeobecná ustanovení
- ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 Výběr a stavba elektrických zařízení. Výběr soustav a stavba vedení
- ČSN 33 2000-5-523 ed. 2 Výběr soustav a stavba vedení oddíl 523: Dovolené proudy
- ČSN 33 2000-5-534 Přepěťová ochranná zařízení
- ČSN 33 2000-5-537 Přístroje pro odpojování a spínání
- ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 Výběr a stavba elektrických zařízení. Uzemnění a ochranné vodiče
- ČSN 33 2000-7-712 Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Solární fotovoltaické (PV) nap. systémy
- ČSN 33 2000-7-729 Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Uličky pro obsluhu nebo údržbu
- ČSN EN 62 305 1-4 ed. 2 Ochrana před bleskem
- ČSN EN 50110-1 ed.2 Obsluha a práce na elektrických zařízeních
- ČSN 73 6005 Z4 Prostorová úprava vedení technického vybavení
- ČSN EN 60439-1 ed. 2 Z1 Rozváděče NN - Typové a částečně typové zkoušené rozváděče
- ČSN EN 50274 Rozváděče NN - Ochrana před úrazem elektrickým proudem - Ochrana před neúmyslným přímým dotykem nebezpečných živých částí

- ČSN EN 62109-1 Bezpečnost výkonových měničů pro použití ve výkonových fotovoltaických systémech Část 1: Všeobecné požadavky
- ČSN CLC/TS 50539-12 Ochrany před přepětím nízkého napětí – Ochrany před přepětím pro zvláštní použití zahrnující DC – Část 12: Zásady výběru a použití – SPD připojená do fotovoltaických instalací
- Vyhláška 50/78Sb.
- Příloha č. 4 Pravidel provozu distribučních soustav – Pravidla pro paralelní provoz zdrojů se sítí provozovatele distribuční soustavy

2. Technické parametry

2.1. Rozvodná soustava

Střídavá strana 400V (AC) : **3 NPE AC 50 Hz, 230/400 V, TN-C-S**
 3 NPE AC 50 Hz, 230/400 V, TN-S

Stejnoseměrná strana 1000 (DC) část: **2 DC 1000 V/IT**

2.2. Ochrana před úrazem elektrickým proudem dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2:

Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí v části DC:

(dle ČSN EN 61140 ed.2 a ČSN 33 2000-4-41 ed. 2)

Ochrana živých částí dvojitou izolací a krytím.

Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí do 1000V na straně DC:

(dle ČSN EN 61140 ed.2, ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 a ČSN 33 2000-7-712)

Jelikož poměr mezi jmenovitým proudem FV panelu (10,65A) a proudem zkratovým (11,23A) je velmi malý, není možné použít ochranu spočívající v automatickém odpojení vadné části přetavením nebo vypnutím ochranného prvku při poruše (pro tuto ochranu je potřeba mít vyšší zkratový proud). Není tedy možno dosáhnout automatického odpojení od zdroje napájení v požadovaném čase dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, bude ochrana provedena **doplňujícím pospojováním** dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2 čl.411.3.2.6. Provedení pospojování dle čl.415 této normy.

Střídač je vybaven kontrolou izolačního stavu a komunikačním rozhraní.

Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí do 1000V na straně AC:

(dle ČSN EN 61140 ed.2, ČSN 33 2000-4-41 ed. 2)

Za střídači bude základní ochrana provedena izolací a krytím

Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí do 1000V na straně AC:

(dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2)

Základní ochrana: automatickým odpojením od zdroje

Zvýšená ochrana (doplňková): ochranným pospojováním, přídatnou izolací

2.3. Energetická bilance

- instalovaný výkon na straně DC $P_{jm} = 98,4 \text{ kWp}$ (ve fotovoltaických panelech)
- strana AC – výstup ze střídačů $P_{jm} = 96,7 \text{ kW}$ (při Euro účinnosti 98,3%)
- celková kapacita akumulátorů $C_{aku} = 120 \text{ kWh}$

2.4. Způsob měření

Jezdecký areál odebírá elektrickou energii ze sítě NN prostřednictvím dvou odběrných míst s jistěnými pojistkovými odpojovači s velikostí pojistkových vložek 3x160 A a 3x50 A s charakteristikou gG. Obě odběrná místa jsou samostatně měřena fakturačními měřidly s nepřímým měřením.

Napojení fotovoltaické elektrárny bude provedeno na odděbné místo s jistěním 3x160 A.

2.5. Zpětné vlivy na napájecí síť

2.5.1. Flikr

U fotovoltaického zařízení připojeného přes střídače se nepředpokládá výraznější příspěvek k úrovni flikru.

2.5.2. Proudby harmonických

Použitý typ střídačů splňuje požadavky ČSN EN 61000-3-12 – Meze harmonických proudů. Před uvedením do provozu je možné provést kontrolní měření kvality elektřiny, které ověří harmonické zkreslení napětí v předávacím místě. Pro harmonické řady přesahující povolené meze bude zapotřebí snížení velikosti harmonických proudů přidavnou filtrací.

2.6. Druh prostředí a krytí

Prostory z hlediska nebezpečí úrazu el. proudem dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2:

Dotčené prostory uvnitř objektu – prostory normální.

Venkovní prostory – prostory nebezpečné.

Stanoveným kategoriím musí odpovídat provedení elektroinstalace dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, ČSN 33 2000-5-51 ed. 3 a dalších souvisejících platných českých norem.

Stanovení vnějších vlivů ve venkovním prostoru

Vnější vliv	Kód	Charakteristika	Prostor
teplota okolí	AA3	-25 až +5 °C	normální
	AA4	-5 až +40 °C	normální
atmosférická podmínky okolí	AB8	15% až 100%	nebezpečný
nadmořská výška	AC1	do 2000 m	normální
výskyt vody	AD3	vodní tříšť	nebezpečný
výskyt cizích těles	AE1	zanedbatelná	normální
výskyt korozivních látek	AF2	atmosférický	nebezpečný
mech. namáhání – RÁZ	AG1	mírný	normální
mech. namáhání – VIBRACE	AH1	mírný	normální
výskyt rostlin a plísň	AK1	bez nebezpečí	normální
výskyt živočichů	AL1	bez nebezpečí	normální

el. mag. a ionizující působení	AM1	zanedbatelné	normální
sluneční záření	AN1	nízká	normální
seismické účinky	AP1	nízké	normální
bouřková činnost	AQ1	nepřímé ohrožení	normální
pohyb vzduchu	AR2	1-5m/s	normální
vítr	AS1	malý ≤20 m/s	normální
schopnost osob	BA1	běžná	normální
dotyk s potenciálem země	BC1	žádný	normální
podmínky úniku osob	BD1	snadný	normální
stavební materiály	CA1	nehořlavé	normální
konstrukce budovy	CB1	zanedbatelné nebezpečí	normální

Tento prostor lze z hlediska úrazu el. proudem zařadit dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2/Z1, tabulky NA.5 - jako prostor nebezpečný.

Z výše uvedeného přehledu vyplývá, že pracovní prostor je třeba posuzovat jako prostor nebezpečný. Elektrická zařízení budou mít stupeň ochrany krytem alespoň IP44.

Prostory jsou z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem stanoveny podle ČSN 332000-4-41 ed.2 takto:

Vnitřní prostory: Prostory normální
Venkovní prostory: Prostory nebezpečné

Opatření jsou provedena v souladu s tabulkou 51A ČSN 33 2000-5-51 ed.3.

2.7. Ochrana proti přepětí

Ochrana před bleskem bude tvořena potenciálovým vyrovnáním - pospojováním a systém ochrany před přepětím – instalací přepětových ochran.

Jedním z požadavků pro zajištění funkce vnitřní ochrany před přepětím je instalace systému přepětových ochran. Při instalaci přepětových ochran nutno dodržet ustanovení ČSN 33 2000-4-443 a montážní předpisy výrobce.

V rozváděči R-FVE DC části budou použity přepětové ochrany pro DC aplikace, tzn. pro ochranu DC strany střídače bude použit svodič bleskových proudů typu T2 700V, protože objekt není opatřen LPS (hromosvod). V případě doinstalace hromosvodu by objekt měl být vybaven přepětovou ochranou na straně DC typu T1+T2. Uzemnění každého rozváděče bude provedeno vodičem CYA 16mm².

Na straně AC elektroinstalace FVE zdroje jsou rozváděče chráněny přepětovými ochranami typu T1+T2. Přepětové ochrany AC budou instalovány rozváděčích RFV-AC, RFV-BT a RH-AC. Uzemnění každé rozvodnice bude provedeno vodičem CYA 16mm².

V síťových střídačích jsou již integrované přepětové ochrany na obou stranách napětí, tj. DC i AC a to typu T2.

V případě přepětových ochran v rozváděčích DC a AC lze použít rozličných přepětových ochran s uvedenými parametry. Obecně však platí, že v případě absence hromosvodu se instalují přepětové ochrany typu T2 a v případě existence hromosvodu se instalují přepětové ochrany typu T1+T2.

Konstrukce FVE budou pospojeny a uzemněny přes HUS.

Uzemnění bude provedeno v souladu zejména s ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, ČSN 33 2000-5-54 ed. 3.

Kontrolu zemního odporu je třeba provést před uvedením FVE do provozu, tj. při výchozí revizi FVE.

3. Technické řešení

3.1. FV pole a jejich připojení

Jako zdroj bude instalováno 240 ks monokrystalických křemíkových fotovoltaických panelů o výkonu 410 Wp, nominální napětí 38,5 V, nominální proud 10,65 A. Fotovoltaické panely mají rozměr 1925x1040x35 mm a obsahují 60 článků.

Solární pole bude vytvořeno na střeše stacionárními FV panely, uchycenými pomocí konstrukce z hliníku a nerezové oceli.

Na střeše budou instalováno celkem 20 stringů po 12 fotovoltaických panelech napojených na dva síťové střídače GW50K-MT. Připojení stringů k DC straně střídače bude provedeno přes rozváděč RFV-DC solárními vodiči o průřezu 6 mm².

Jako zdroj bude instalováno 240 ks monokrystalických křemíkových fotovoltaických panelů o výkonu 410 Wp/ks, nominální napětí 38,5 V, nominální proud 10,65 A. Fotovoltaické panely mají rozměr 1925x1040x35 mm a obsahují 60 článků.

Síťový střídač GW50K-MT má celkem 4 MPPT a počet stringů-vstupů na MPPT je 3/3/2/2. Proudové zatížení jednotlivých MPPT je 30/30/20/20 A. Střídač 50K+MT spojuje paralelně stringy u MPPT, tj. spojuje 3 nebo 2 stringy paralelně, tj. každý vstup-string na 10 A.

Střídač č.1(2)

MPPT. č.1 (30A):

- vstup č.1: 12 ks panelů, tj. 12x410Wp = 4,92 kWp
- vstup č.2: 12 ks panelů, tj. 12x410Wp = 4,92 kWp
- vstup č.3: 12 ks panelů, tj. 12x410Wp = 4,92 kWp

MPPT. č.2 (30A):

- vstup č.1: 12 ks panelů, tj. 12x410Wp = 4,92 kWp
- vstup č.2: 12 ks panelů, tj. 12x410Wp = 4,92 kWp
- vstup č.3: 12 ks panelů, tj. 12x410Wp = 4,92 kWp

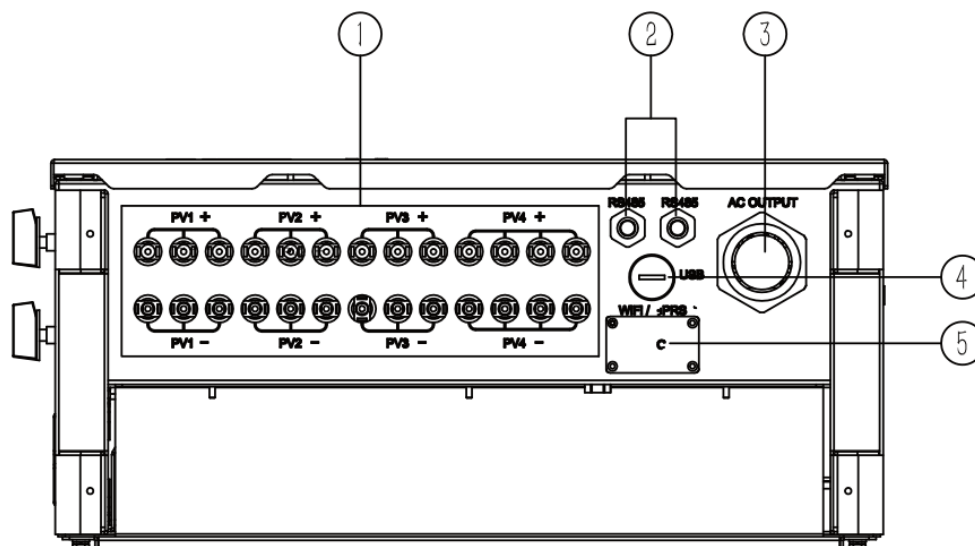
MPPT. č.3 (20A):

- vstup č.1: 12 ks panelů, tj. 12x410Wp = 4,92 kWp
- vstup č.2: 12 ks panelů, tj. 12x410Wp = 4,92 kWp

MPPT. č.4 (20A):

- vstup č.1: 12 ks panelů, tj. 12x410Wp = 4,92 kWp
- vstup č.2: 12 ks panelů, tj. 12x410Wp = 4,92 kWp

Obr. Vstupy FVE stringů do střídače GW50K-MT



Jištění jednotlivých fotovoltaických stringů v počtu 20 ks (12 ks panelů na string) bude provedeno v rozváděči RFV-DC pojistkovými odpojovači s pojistkovými vložkami 16 A. Pojistky na straně DC budou pro fotovoltaické instalace typu gPV. Pojistky budou jistit oba póly kabelových přívodů-řetězce, tj. + a -. Každý řetězec musí být jistěn samostatným ochranným zařízením. Pojistkové odpojovače zajistí viditelné odpojení jednotlivých stringů-řetězců od FVE instalace.

Součástí rozváděče RFV-DC budou i přepětové ochrany. Každý string-řetězec bude osazen samostatnou přepětovou ochranou DC typu T2. Důvodem použití DC přepětové ochrany typu T2 je absence ochrany LPS (hromosvodu) na objektu jízdrny-tribuny. V případě doinstalace hromosvodu (doporučeno) na objekt jízdrny-tribuny se použijí DC přepětové ochrany typu T1+T2.

Celková výkonová bilance vstupů-stringů u jednoho střídače GW50K-MT je $(3+3+2+2) \times 4,92 = 49,2$ kWp. Při dvou instalovaných síťových střídačích GW50K-MT a celkovém počtu panelů 240 ks je celkový instalovaný výkon FVE zdroje 98,4 kWp.

Fotovoltaické pole na střeše objektu tribuny-jízdrny se bude skládat z celkem 20 stringů, které budou rozděleny na dvě části po 10 stringích na jeden střídač z celkového počtu 2 ks síťových střídačů. Každý string z celkového počtu 20 bude spojit celkem 12 ks sériově spojených panelů.

Počet a rozdělení stringů do střídačů:

Střídač č.1, 50 kW (AC)

1. Vstup MPPT 1, č.1: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92$ kWp
2. Vstup MPPT 1, č.2: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92$ kWp
3. Vstup MPPT 1, č.3: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92$ kWp
4. Vstup MPPT 2, č.1: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92$ kWp
5. Vstup MPPT 2, č.2: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92$ kWp
6. Vstup MPPT 2, č.3: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92$ kWp
7. Vstup MPPT 3, č.1: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92$ kWp
8. Vstup MPPT 3, č.2: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92$ kWp
9. Vstup MPPT 4, č.1: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92$ kWp
10. Vstup MPPT 4, č.2: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92$ kWp

Celkem za střídač č.1: $10 \times 4,92 \text{ kWp} = 49,2$ kWp

Střídač č.2, 50 kW (AC)

1. Vstup MPPT 1, č.1: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92 \text{ kWp}$
2. Vstup MPPT 1, č.2: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92 \text{ kWp}$
3. Vstup MPPT 1, č.3: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92 \text{ kWp}$
4. Vstup MPPT 2, č.1: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92 \text{ kWp}$
5. Vstup MPPT 2, č.2: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92 \text{ kWp}$
6. Vstup MPPT 2, č.3: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92 \text{ kWp}$
7. Vstup MPPT 3, č.1: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92 \text{ kWp}$
8. Vstup MPPT 3, č.2: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92 \text{ kWp}$
9. Vstup MPPT 4, č.1: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92 \text{ kWp}$
10. Vstup MPPT 4, č.2: 12 ks panelů, tj. $12 \times 410 \text{ Wp} = 4,92 \text{ kWp}$

Celkem za střídač č.1(2): $10 \times 4,92 \text{ kWp} = 49,2 \text{ kWp}$. Navržený celkový instalovaný výkon FVE zdroje je 98,4 kWp.

Solární pole bude vytvořeno na střeše stacionárními FV panely, uchycenými pomocí konstrukce z hliníku a nerezové oceli.

Velikost napětí na DC strinzích při provozu závisí zejména na intenzitě dopadajícího slunečního záření, teplotě FV panelu a samozřejmě také na počtu FV panelů ve stringu zapojených do série. Vstupní jmenovité napětí jednotlivých stringů pro samostatné vstupy střídače je stejné u všech vstupů a to 655 V. Jmenovité vstupní napětí DC strany vstupů střídače je 620 V. Napěťový rozsah střídače u jednotlivých vstupů MPPT je 200-850 V. Pro účely návrhu a dimenzování zařízení je v tomto projektu uvažována max. hodnota tohoto napětí ve výši 1000 DC.

Připojení stringů k DC straně střídače bude provedeno přes rozváděč RFV, část DC solárními vodiči o průřezu 6 mm².

Zapojení polí fotovoltaických panelů je uvedeno na výkrese č. D1.

3.2. Rozváděč RFV-DC

Rozvodnice RFV bude nástěnného provedení o rozměrech cca $1520 \times 560 \times 1300 \text{ mm}$ v krytí IP44. Rozváděč RFV-DC bude vybaven 2×10 ks pojistkových odpínačů $2 \times 16 \text{ A}$ pro jištění, resp. odpojení jednotlivých stringů, a 2×10 ks svodičů bleskových proudů typu 1+2 750V/30kA. Při standardní manipulaci s pojistkami je nutno nejprve vypnout střídač, poté odepnout jeho DC vstup a teprve poté je možno manipulovat s pojistkami.

Vodiče stringů budou do rozváděče vtaženy skrz průchodky PG16 a zakončeny v pojistkových odpínačích. Výstupy odpínačů stringů s 12 panely budou paralelně s DC přepěťovými ochranami a připojeny na výstupní svorky střídače jednotlivých stringů u jednotlivých MPPT. Propojení prvků bude provedeno vodiči pro napětí 1 kV DC, opatřených na koncích dutinkami. Rozváděč bude umístěn na vnitřní obvodové zdi objektu v blízkosti střídače.

Elektrické zapojení rozváděče RFV-DC je na výkrese č. D3.

3.3. Rozváděč RFV-BAT, část AC

Rozváděč R-FVE/AC bude proveden rozvodnicí o rozměrech cca $1000 \times 530 \times 1300$ mm v krytí IP44 a bude osazen 2 ks třířázkových pojistkových odpínačů pro odjištění AC výstupů ze dvou FVE střídačů, které jsou napájeny ze dvou kabelových vedení.

Pojistkové odpínače zajišťují bezpečné odpojení střídačů od AC části rozvodů při manipulaci s nimi. Dva vstupní napájecí kabely ze strany AC střídačů jsou v provedení CYKY $3 \times 35 + 25$ mm². Výrobce doporučuje průřezy fázových vodičů v rozsahu 25~70 mm² (doporučuje se používat měděný vodič 50 mm²). Vstupní AC kabelové vodiče ze dvou střídačů budou do rozváděče vtaženy skrz průchodky PG36 a připojeny na svorky výstupní RSA.

Rozváděč RFV-DC bude vybaven 5 ks pojistkových odpínačů 3x32A pro jistištění a odpojení jednotlivých vývodů ze 5 ks bateriových střídačů GW10K-BT, které zajišťují dobíjení skupiny 5 ks bateriových uložišť o kapacitě 5x24 kWh o celkové kapacitě 120 kWh. Kabelové přírady z jednotlivých bateriových střídačů budou do rozváděče vtaženy skrz průchodky PG29 a zakončeny ve svorkách RSA16. Propojení prvků bude provedeno vodiči pro napětí 1 kV AC, v případě slané vodičů opatřených na koncích dutinkami. Rozváděč bude umístěn na vnitřní obvodové zdi objektu v blízkosti střídače.

Výstup AC rozváděče do sítě je jistištěn kompaktním jističem Modeion BC160, který bude osazen napěťovou spouští k nouzovému manuálnímu vypnutí AC strany v případě potřeby. Vypínač napěťové spouště bude umístěn u vchodu do objektu FVE technologie. Výstupní AC kabel z rozváděče bude vtaženy skrz průchodky PG48 a připojen na výstupní svorky jističe BC160. Výstupní kabel z rozváděče k napojení do rozvodné sítě areálu bude v provedení CYKY $3 \times 95 + 50$ mm².

V rozváděči bude dále osazena jedna přepětová ochrana AC strany a to SPD T1+T2.

Počet BMS a bateriových skupin:

1. 10 ks baterií á 2,4 kW, celkem 24 kWh, jedna BMS Pylontech SC 1000A-100S
2. 10 ks baterií á 2,4 kW, celkem 24 kWh, jedna BMS Pylontech SC 1000A-100S
3. 10 ks baterií á 2,4 kW, celkem 24 kWh, jedna BMS Pylontech SC 1000A-100S
4. 10 ks baterií á 2,4 kW, celkem 24 kWh, jedna BMS Pylontech SC 1000A-100S
5. 10 ks baterií á 2,4 kW, celkem 24 kWh, jedna BMS Pylontech SC 1000A-100S

Celková kapacita bateriového systému je 120 kWh ($5 \times 24 = 120$ kWh).

Elektrické zapojení rozváděče RFV-DC je na výkrese č. D5.

3.4. Rozváděč RH-AC

Nový rozváděč RH-AC umístěný v prostoru vchodu do jezdeckého areálu bude proveden rozvodnicí o rozměrech cca $920 \times 570 \times 1300$ mm v krytí IP44. Rozváděč je navržen z důvodu nedostatku prostoru ve stávajících rozváděcích na přívodu do areálu. Rozváděč bude sloužit k dálkovému nebo manuálnímu vypnutí výroby FVE v případě potřeby pomocí zařízení HDO nebo nouzového tlačítka. Zařízení HDO se nachází ve stávajících rozváděcích v prostoru vjezdu do jezdeckého areálu. Vodiče HDO budou z tohoto prostoru taženy v kabelové chráničce do nového rozváděče RH-AC.

Vstupní přívodní kabel z výroby FVE je v provedení CYKY $3 \times 95 + 50$ mm². Prostup kabelu do rozváděče bude proveden průchodkou PG48 a konec kabelu bude připojen na svorky jističe Modeion BC160. Jistič bude osazen napěťovou spouští k manuálnímu vypnutí výroby FVE tlačítkem umístěným v prostoru vchodu do areálu. K dálkovému ovládání (vypnutí) výroby FVE bude provedeno pomocí stykače ovládaného kontakty HDO.

Výstup z rozváděče bude osazen třífázovým pojistkovým odpínačem s pojistkovými vložkami 160 A s charakteristikou gG. Kabelový vývod z rozváděče je v provedení CYKY 3x95+50 mm². Pojistkový odpínač zajišťuje bezpečné odpojení výroby od AC části kabelového přívodu do jezdeckého areálu a pro manipulaci s nimi.

V rozváděči bude dále osazena jedna přepětová ochrana AC strany a to SPD T1+T2. Celkové schéma zapojení rozváděče RH-AC je na výkrese č. D.7.

3.5. Měření

Měření bude realizováno jako nepřímé se 4Q elektroměrem, který bude nově osazen. Dálkové ovládání výkonu FVE výroby ze strany distribuční společnosti bude realizováno pomocí HDO, které je již součástí stávajících rozváděčů u vjezdu do jezdeckého areálu.

Signál bude přenášen zvláštním kabelem. Osazení příslušnými přístroji bude provedeno na výzvu distribuční společnosti, příprava na instalaci přenosové technologie bude provedena již při výstavbě FVE.

3.6. Střídače

I. Sítové střídače

Pro přeměnu stejnosměrného na střídavý proud budou použity dva beztransformátorové střídače GoodWe GW 50K-MT, parametry viz příloha datashet.

Bezpečné odpojení na DC straně střídačů zajistí mechanický vypínač, který je součástí jejich dodávky. Střídače jsou vybaveny integrovanou bezpečnostní ochranou podpětovou, nadpětovou, podkmitočtovou a nadkmitočtovou; tyto automaticky odpojí solární generátor od sítě při překročení nastavených parametrů sítě, daných Přílohou č. 4 PPDS a technickou přílohou Smlouvy o připojení výroby. Software střídačů je upraven a nastaven dle podmínek použití v sítích ČR. Automatiky střídačů jsou místem rozpadu. Jejich nastavení provede zaškolený pracovník a bude ověřeno revizním technikem. Parametry nastavení musí být dodrženy přesně a ve všech bodech.

Síťový střídač je vybaven celkem 4 MPPT, přičemž každý MPPT je osazen vstupy pro připojení fotovoltaických stringů 3/3/2/2. Celkové zatížení jednotlivých MPPT je 30/30/20/20 A.

U každého ze dvou síťových střídačů bude vstup DC výkonu proveden z rozváděče RFV-DC 10 páry solárních kabelů (např. Ölflex) 6mm² s přídatnou UV odolnou izolací a strana AC ze střídačů bude připojena kabelem CYKY-J 3x35+25mm² do rozváděče RFV-AC. Ve střídačích je integrovaná kontrola izolačního stavu proti zemi.

Ochranné funkce střídače:

- Monitoring izolačního odporu vůči zemi
- Monitoring vstupního napětí
- Jednotka pro detekci unikajícího proudu
- Ostrovní ochrana
- Monitoring poruch FV stringů
- DC pojistky
- DC vypínač
- DC S PD
- AC S PD
- SPD monitoring poruch
- AC monitoring nadproudů a izolačního stav

II. Bateriové střídače

V řízení vnitřního programu střídačů bude při nastavování zapnuta funkce zpětného odběru pro nabíjení akumulátoru výkonem paralelně zapojených střídačů, čímž se docílí maximálního využití kapacity akumulátoru i době snížené dodávky energie ze solárních panelů.

Koncepce zapojení bateriových střídačů s akumulátory umožní aktivaci funkce zálohování vybraných obvodů v jezdeckého areálu v době výpadku dodávky z distribuční sítě, což bude po dostavbě a oživení systému provedeno.

V technologickém objektu bude instalováno celkem 5 ks bateriových střídačů GoodWe typu GW10K-BT. Jedná se o bateriové střídače využívané v systému AC coupling. Rozsah provozního napětí DC je 200-600 V. Nabíjecí a vybíjecí proud má hodnotu 25 A. Výstupem z bateriového střídače je napětí AC 3x230 V.

Bateriový střídač je nastaven na 4 základní módy provozu. Střídač je konstruován a naprogramován k přeměně DC výkonu z FV panelů na AC 3F výkon, dále k nabíjení soustavy akumulátorů typu LiFePO₄ a zpětnou výrobu AC výkonu z akumulované DC energie. Další jeho funkcí je napájení oddělených el. obvodů při výpadku dodávky energie z DS (provoz „zálohování“) a řízení bezpečného odpojení obvodů DS a jejich znovu připojení po obnově dodávky z DS při provozu „zálohování“.

Bateriové-dobíjecí střídače budou sloužit současně k řízenému nabíjení akumulátorových baterií 120 kWh, z nichž při nedostatku výkonu ze solárního pole budou odebírat energii zpět pro dodávku NN jízdního areálu.

Při montáži a uvedení do provozu je nutné dodržet pokyny výrobce.

Schéma zapojení bateriových střídačů je uvedeno na výkrese č. D.5.

3.7. Akumulátory

Fotovoltaický systém je založen na principu AC Coupling, kde akumulace vyrobené elektrické energie je ukládána do baterií odděleně od fotovoltaických střídačů.

Bateriové uložení se bude skládat z 5 stejných systémů, přičemž každý systém bude obsahovat 10 ks modulů H48050 a jednu BMS Pylontech SC 1000A-100S. Dobíjení baterií bude zajišťováno bateriovými-dobíjecími střídači GoodWe typu GW10K-BT.

Bateriové systémy se budou skládat z několika bateriových modulů typu H48050 založené na technologii LiFePO₄. Jedná se o vysokonapětové bateriové moduly o kapacitě 2,4 kWh. Každý ze systémů bude propojen s BMS (battery master systém) zajišťující správné řízení a chod baterií.

Bateriové moduly v bateriovém systému budou propojeny podle návodu výrobce. Připojení bateriových modulů v bateriových systémech bude sériově, tj. křížem + a -.

Počet BMS a bateriových skupin:

1. 10 ks baterií á 2,4 kW, celkem 24 kWh, jedna BMS Pylontech SC 1000A-100S
2. 10 ks baterií á 2,4 kW, celkem 24 kWh, jedna BMS Pylontech SC 1000A-100S
3. 10 ks baterií á 2,4 kW, celkem 24 kWh, jedna BMS Pylontech SC 1000A-100S
4. 10 ks baterií á 2,4 kW, celkem 24 kWh, jedna BMS Pylontech SC 1000A-100S
5. 10 ks baterií á 2,4 kW, celkem 24 kWh, jedna BMS Pylontech SC 1000A-100S

Bateriový systém

- bateriový modul: H48050
- počet bateriových modulů: 10 ks
- kapacita systému: 24 kWh
- napětí systému: 480 V
- nabíjecí proud systému: 25 A
- nabíjecí maximální proud systému: 50 A

Výstupy z jednotlivých bateriových systémů budou napojeny na bateriové střídače GoodWe typu GW10K-BT. Každý bateriový střídač z celkového počtu 5 ks bude napojen na samostatný bateriový systém.

Vstupní napětí bateriových systémů složených z jednotlivých modulů musí odpovídat napětí bateriových střídačů. Bateriový střídač má rozsah vstupního DC napětí 180~600 V. Dobíjecí a vybíjecí proud bateriového střídače je 25 A.

Celé bateriové uložení bude řízeno centrálním BMS.

Výstup z jednotlivých bateriových střídačů do rozvodů AC bude provedeno přes jištění v 3f pojistkových odpojovači s pojistkovými vložkami 32 A gG.

Montáž, uvedení do provozu a provoz musí být v souladu s návodem výrobce, který je součástí balení.

3.8. Kontrola sítě

Konstrukce střídačů a jejich FW vybavení zajišťují veškeré ochranné funkce, Programovatelná automatika střídače zajišťuje:

- přepětovou ochranu
- podpětovou ochranu
- nadkmitočtovou ochranu
- podkmitočtovou ochranu.

Všechny typy ochrany budou nastaveny před uvedením do provozu.

Tzv. **rozpadovým místem** ve vztahu k distribuční soustavě jsou automatiky střídačů, ovládané jejich vlastním SW. Parametry rozpadu nastaví pověřený pracovník dodavatelské organizace a vystaví „Protokol o nastavení ochrany FVE“. Po ověření RT se stává součástí Revizní zprávy zařízení.

Správnost nastavení ochrany střídače může ještě ověřit tzv. „Ochránář“, což je pracovník autorizované zkušebny nebo Provozovatele distribuční sítě, vybavený zařízením, které je schopno ověřit, zda FVE bude odpojena při výpadku libovolné fáze sítě nebo při nedodržení mezních hodnot napětí nebo kmitočtu. Tyto parametry platí jak ze strany výroby (FVE), tak ze strany distribuční sítě (např. při výpadku napětí).

Jednotka vyhovuje požadavkům na nastavení síťové ochrany na straně NN dle požadavků provozovatele DS. FVE bude odpojena od sítě, pokud budou parametry mimo hodnoty uvedené v tabulce! Jednotka bude ovládat stykač KM (rozpadové místo) v rozvaděči RH-AC.

Nastavení ochran na straně dle požadavků provozovatele DS:

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

(1) Pro 1. stupeň nadpětí se použijí 10-minutové hodnoty odpovídající ČSN EN 50160. Výpočet 10- minutové hodnoty musí odpovídat 10 minutové agregaci podle ČSN EN 61000-4-30, třídě S. Tato funkce musí být založena na průměrné efektivní hodnotě napětí v intervalu 10 minut. Odchylka od ČSN EN 61000-4-30 spočívá v klouzavém měřicím okně. Pro porovnání s vypínací mezí postačí výpočet nové 10-minutové hodnoty nejméně každé 3 s.

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

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

3.9. Regulace výkonu

Regulace výkonu je Provozovatelem DS požadována dvoustupňová, s rozsahem 0% - 100%. Výkon FVE je ovládán pomocí přijímače HDO, který bude umístěn v RE.

Regulace výkonu je navržena. Regulace výkonu je vyžadována ve dvou stupních 0% P a 100% P. Je řešena pomocí stykače KM, jehož výstup je připojen na výstup HDO.

3.10. Vyvedení výkonu do DS

Výkon fotovoltaické elektrárny ze solárních panelů bude přiveden přes rozváděč RFV-DC do dvou síťových střídačů. Ze střídačů bude AC výkon vyveden dvěma kabely CYKY-J 3x35+25 mm² do rozváděče RFV-AC a z něj bude veden jedním kabelem CYKY-J 3x95+50 mm² do bateriové rozvodnice RFV-BT, ve které jsou připojovány baterie sety přes bateriové střídače-dobíječe. Z rozváděče RFV-BT je kabelové vedení vedeno do prostoru vjezdu do jezdeckého areálu, kde bude zakončeno v pomocném rozváděči RH-AC. Z pomocného rozváděče je kabelový vývod CYKY-J 3x95+50 mm² napojen do stávajících rozváděčů v oplocení-zdi areálu jízdní, kde jsou i umístěny dva fakturační elektroměry, a kde bude provedeno spáření s 3f distribuční sítí.

Napojovacím bodem pro FVE zdroj při paralelní připojení do distribuční sítě budou 3f výstupní svorky pojistkového odpojovače jističe kabelového přívodu do areálu jízdní.

Místem fázování FVE jsou 3f výstupní svorky pojistkového, která bude současně bodem napojení FVE na vnitropodnikovou síť, příp. na DS, pokud výroba převyší spotřebu.

3.11. Kabelové trasy

FV panely budou navzájem (ve stringu) propojeny vlastními kabely do série. Z krajních FV panelů, z mínus a plus pólu budou solární kabely s konektory MC vedeny do jednotlivých pojistkových odpínačů FO1 až FO20 (FU6) v RFV-DC. Solární kabely (např. LAPP Ölflex 6) budou upevněny ke konstrukcím stahovacími UV odolnými páskami, resp. budou vedeny v chráničcích nebo PH trubkách po povrchu střechy, dále průchodkou a vytvořeným prostupem skrz střešní krytinu (trapézový plech) a následně po obvodové (dřevěném obložení) konstrukci objektu jízdrny do prostoru pod tribunou. V prostoru pod tribunou budou solární kabely (2x10 ks solárních dvojkabelů) vedeny v kabelovém roštu na zdi jízdrny až do místa technologického objektu FVE, kde prostoupí dovnitř a budou zakončeny v rozváděči RVE-DC. Prostup kabelů do rozváděče RVE-DC bude proveden skrz průchodky PG16. Výstupní vodiče DC 2x6mm² budou taženy kabelovým žlabem ke dvou síťovým střídačům. Kabelové výstupy střídačů na AC straně (jeden kabel z každého ze dvou síťových střídačů) bude kabely CYKY J 3x35+25 mm². Oba kabely budou vedeny do rozváděče RFV-AC také na stěně jízdrny v kabelových roštích. Z rozváděče RFV-AC bude proveden kabelová propojka do rozváděče RFV-BAT a to kabelem CYKY 3x95+50 mm² upevněného na zdi jízdrny. Z rozváděče RFV-BAT bude kabel veden ve výkopu o šířce 0,35 m až do prostoru vjezdu do areálu jezdeckého areálu, kde bude zakončen v novém rozváděči RH-AC. Kabely budou pokládány volně bez pnutí, s dodržением dovolených poloměrů ohybu.

Vedení kabelových tras jsou uvedeny na výkrese č. C1. Vzorové řezy výkopem jsou uvedeny na výkrese D.8.

Pro kabelové trasy bude dodržován následující standard:

- Kabely ukládány dle ČSN 73 6005, ČSN EN 33 2000-5-52 ed.2.
- Napájení elektrických vozidel (napojení dobíjecí stanice) dle ČSN 33 2000-7-722 ed.2
- Kabely budou uloženy v zemi v kabelových chráničcích vhodných pro toto uložení.

Zásady pro uložení kabelů do země:

- Kabely nesmí být kladeny v půdách obsahujících soli a kyseliny, v půdách s hnojivými látkami a v některých půdách písčitých a kamenitých. V takovém případě se kabely uloží do kanálů, tunelů, trub, tvárnic nebo se jinak chrání před mechanickým a chemickým působením.
- Kabely se ukládají do rýhy hlubší o 0,2 m než je nejmenší dovolené krytí (viz ČSN 33 2000-5-52, ČSN 73 6005). Krytím se rozumí vzdálenost mezi povrchem terénu a povrchem kabelu. Tam, kde nelze dodržet předepsanou hloubku, je nutné kabel chránit proti poškození mechanickou ochranou. Vzdálenost krajního kabelu od stavebních objektů (regulační čára) musí být aspoň 0,6 m.
- Minimální dovolené vodorovné vzdálenosti mezi kabely při souběhu vedení jsou uvedeny ČSN 73 6005. Nelze-li tyto vzdálenosti dodržet, oddělí se kabely přepážkou odolávající oblouku nebo se uloží do kabelových žlabů.
- Při křížení se kabely oddělí cihlami nebo betonovou deskou. Pokud je jedno z křižujících vedení v betonovém žlabu, druhé není třeba žlabem chránit nebo lze pro druhé vedení použít žlab z plastu. Nejmenší svislé vzdálenosti jsou uvedeny v ČSN 73 6005.
- Při ukládání jednožilových kabelů do ploché formace je nutno mezi nimi zachovat mezeru 7 cm.

- Před ukládáním kabelu vyčistit dno výkopu od pevných částic a kamenů a pokrýt vrstvou 10 - 14 cm jemnozrnného písku, frakce 0 - 4 mm. Při pokládce musí být konec kabelu uzavřen proti vniknutí vlhkosti smršťovací čapkou. Uložený kabel zasypat stejnou vrstvou písku a zakrýt betonovými či plastovými deskami. Výška pískové vrstvy se měří od povrchu kabelu. Místo desek je možno použít pro zakrytí cihly uložené napříč nebo výstražnou fólii, která se však pokládá 30 cm pod povrch. Zákryt musí překrývat kabely aspoň o 4 cm. V místech vjezdů do domů, garáží apod. se kabely chrání plastovými trubkami nebo plastovými kabelovými žlaby, popř. betonovými trubkami s otvorem minimálně o průměru 20 cm nebo tvárnici s otvorem min. 1,5D uloženými na pevný podklad. Použije-li se plastových trubek nebo tvárnice při pokládání kabelů do ploché formace, doporučuje se, aby každá žíla kabelu byla v samostatné trubce o průměru min. 1,5D (D - průměr kabelu nad pláštěm). Souběžné kabely ve společné rýze, vzdálené méně než 20 cm, je nutné od sebe oddělit přepážkou z betonových desek, popřípadě z cihel postavených na délku. Je zakázáno používat děrované cihly.
- Na kabely se přípevní označovací štítky v provedení a četnosti dle metodiky „Systém jednotného značení“. O zahájení stavby vedení a termínu pokládky je provádějící organizace povinna uvědomit příslušného technika majitele sítě. Typy a průřezy kabelů i typy souborů se použijí pouze takové, které jsou standardizovány. Každou případnou změnu je nutno před realizací montáže opětně projednat s příslušným technikem se zápisem do stavebního deníku. Před zasypáním kabelů pískem a před zasypáním zeminou musí dodavatel montáže nahlásit připravenost a požádat o kontrolu a souhlas příslušného technika majitele sítě.
- Trasa kabelu musí být před záhozem geodeticky zaměřena pro digitalizaci provozních map. Při volbě externího dodavatele montáže je třeba dávat přednost dodavatelům, kteří jsou schopni předat data o kabelové trase v digitální formě na vhodném mediu (CD,DVD) ve tvaru slučitelném s geoinformačním systémem pro správu a údržbu kabelové distribuční sítě podniku.

3.12. Stěnové prostupy

Provedení stěnových a stropních prostupů až do Ø200mm zajišťuje profese elektro. Po instalaci kabeláže jsou prostupy řádně stavebně zapraveny a začištěny. Mezi požárními úseky je pro utěsnění prostupu použita požární ucpávka (hmoty použité pro utěsnění jsou atestované a vykazují požární odolnost shodnou s odolností konstrukce, kterou prostupují).

Stěnové prostupy vedené pod zemí jsou opáreny izolací proti vodě a vlhkosti. Při vedení prostupu stávající izolaci objektu je zachována její funkčnost.

V případě, kdy bude u objektů reprezentativního charakteru veden prostup obvodovou stěnou se specifickou povrchovou úpravou (např. obklady), je prostup proveden se zvýšenou opatrností. U prostupů většího rozsahu je provedeno stavební zapravení nebo zakrytí prostupu tak, aby bylo dosaženo původního vzhledu, nebo stavu, který minimálně narušuje původní vzhled objektu.

3.13. Ochrana před bleskem, uzemnění a pospojování

Tato PD neřeší ochranu LPS LPZ technologie PV. Pro její návrh nebyl stanoven stupeň ochrany v souvislosti se stávající LPS a nebyla provedena analýza rizik, která se může případnou instalací FVE změnit. Doporučuji investorovi, aby doplnil LPS na objektu jízdrny-tribuny. Po doplnění doporučuji provést revizi LPS. Případné eventuelní škody způsobené bleskem nebo přepětím bez platné revizní zprávy stávajícího LPS nemohou být kladeny na vrub této PD a návrhu PV. PV musí být doplněna dle ČSN EN 62305.

Účinná ochrana před bleskem a přepětím je pro solární články nutná z hlediska životnosti FV článků a citlivé elektroniky střídačů. Příčinou přepětí v solárních panelech jsou induktivní a kapacitní vazby, které jsou způsobeny bleskovými výboji blízkými i vzdálenými a spínacími přepětími ze sítě NN. Přepětí vzniká

v důsledku šíření bleskového proudu a může způsobit škody na FV člancích a střídačích. Toto má zpravidla závažné následky na provoz zařízení.

Instalací FV článků nesmí dojít ke zhoršení parametrů třídy ochrany před bleskem v souladu se souborem norem ČSN EN 62305. Pokud objekt hromosvodem vybaven není, je nutné zajistit ochranu před bleskem minimálně pro FV panely.

Na střeše jízdrny-tribuny se doporučuje instalace hromosvodu s pomocnými jímacími tyčemi. Nad konstrukcí FVE je možné instalovat další pomocné strojené jímáče pro zvýšení ochrany před přímým úderem blesku do panelů. Svodiče přepětí v RFV-AC, RFV-BT a RH-AC budou spojeny přes EQ přípojnicí na HUS.

Veškeré kovové konstrukce na střeše budou navzájem pospojovány vodičem AlMgSi 50. Jedná se převážně o konstrukce hliníkové. Pospojení bude svedeno na ekvipotenciální přípojnicí vodičem H07V-K 16 mm² a stejně bude ekvipotencionálně propojena s HUS objektu.

Ochrana před bleskem bude tvořena potenciálovým vyrovnáním - pospojováním a systém ochrany před přepětím – instalací přepět'ových ochran. Při instalaci přepět'ových ochran nutno dodržet ustanovení ČSN 33 2000-4-443 a montážní předpisy výrobce. Strana DC bude chráněna svodiči přepětí umístěnými v propojovacích rozvodnicích typu T2. Strana AC bude chráněna kombinovanými svodiči bleskových proudů T1+T2 a přepětí umístěným v rozvaděči RFV-AC, RFV-BT a RH-AC. Uzemnění každé rozvodnice bude provedeno vodičem CYA 16mm².

Uzemnění bude provedeno v souladu zejména s ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, ČSN 33 2000-5-54 ed. 3. Kontrolu zemního odporu je třeba provést před uvedením FVE do provozu, tj. při výchozí revizi FVE.

Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí elektrických zařízení v soustavě TN-C-S dle ČSN 33 2000 – 4-41 ed.3, čl.413.1.3 (ochrana při poruše).

Všechny neživé části musí být spojeny s uzemněným bodem sítě prostřednictvím vodičů PEN nebo vodičů PE, které musejí být uzemněny u každého příslušného transformátoru. Bodem uzemnění sítě je střed (uzel) vinutí zdroje. Vodiče PEN v síti TN-C nebo PE v síti TN-C-S se musí uzemnit buď samostatným zemničem, nebo spojit s uzemňovací soustavou, kromě uzlu zdroje ještě v těchto místech

- u přípojkových skříní (např. hlavních domovních), jsou-li vzdáleny od nejbližšího místa uzemnění více než 100 m
- ve vnitřním rozvodu u podružných rozvaděčů, jsou-li vzdáleny od nejbližšího místa uzemnění více než 100m a na konci odboček delších než 200m.

Jednotlivá uzemnění vodiče PEN v síti TN-C nebo vodiče PE v síti TN-C-S musí být vhodně rozmístěna a mají mít odpor uzemnění nejvýše 15 W; není však třeba klást zemnicí pásy o celkové délce větší než 20 m nebo jiné rovnocenné zemniče.

3.14. Mechanická část

Fotovoltaické panely budou na střeše jízdrny-tribuny uchyceny na hliníkové konstrukci, která bude upevněna za jednotlivé žebra trapézového plechu. Postup montáže závisí na konstrukci daného výrobce a jeho pokynů k montáži.

Statickým dimenzování zatížení sněhem není tak směrodatné, jako zatížení větrem. Při zatížení sněhem se do střechy zavádějí síly přes všechna žebra trapézového plechu; díky elastické deformaci se zatěžují i žebra mezi příchytkami. Z tohoto důvodu mají být příčné nosníky položeny vždy svisle k žebrování. Pro zavedení zatížení větrem je prvním předpokladem, aby byla trapézová střecha dostatečně dobře upevněná na střešní konstrukci. Pouze v takovém případě je montáž přípustná. Podle statických tabulek je při volbě dostatečného množství prvků přídržná síla příchytek v plechu dostatečně zaručena. Přísně vzato musí být přenos sil v trapézovém plechu ověřen individuálně, příčná rozteč příchytek 1,2 - 1,4m je však zpravidla dostatečná, na okrajích by se mělo použít příchytek více.

Obecné instrukce:

- Šrouby se nesmějí v žádném případě při montáži protáčet (používejte hloubkový doraz!).
- Přišroubovatelný od 0,5mm ocelového resp. 0,8mm hliníkového plechu.
- Střecha musí být schopná pojmout přídatné zatížení vyvozované FVE.
- Upevnění trapézových plechů musí být způsobilé k odolání sacích sil větru. (FVE namontovaná rovnoběžně se střechou nezvyšuje zatížení ze zdvihu).
- U sendvičových prvků musí být zajištěna dostatečná vzájemná adheze vrstev.

Ostatní prvky FVE budou montovány pomocí standardně dodávaného příslušenství podle návodů výrobců. Po roce provozu je vhodné provést kontrolu dotažení šroubových spojů a uložení kabelových forem.

Všechny součásti musí být určeny pro tento způsob montáže a dodavatel předá objednateli všechny potřebné certifikáty.

3.15. Vliv na životní prostředí

Fotovoltaická výroba svou činností nijak neovlivňuje okolní životní prostředí. Neprodukuje žádné odpadní látky, elektromagnetický smog a pracuje zcela bezhlučně. Všechny komponenty jsou složeny z recyklovatelných látek, přičemž žádná z nich podle současných poznatků nevyžaduje k recyklaci zvláštní a nákladné postupy. Povinnost odvedení recyklačních poplatků bude provozovatel řešit podle legislativy platné v okamžiku 1. par. připojení a ve znění předpisů pozdějších. Po ukončení životnosti FVE budou jednotlivé komponenty likvidovány podle legislativy, platné v době likvidace.

Přepravní obaly jsou také zcela recyklovatelné (dřevo a papír) a po dokončení prací je třeba provést jejich úklid a odvoz do sběrných dvorů apod.

3.16. Jiná ustanovení

Podle zákona č. 458/2000 Sb. v platném znění (Energetický zákon), §46, odst. 7 je výroba chráněna ochranným pásmem šířky 20 m. Pásmo je vymezeno půdorysným průmětem okrajů FV pole, do hranice výroby se nezahrnuje další technologie potřebná pro činnost FVE (DC a AC kabeláž, střídače atd.). Při stavebních pracích apod. v ochranném pásmu FVE se držitel licence stává osobou dotčenou.

4. Komunikace a monitoring FVE

4.1. Všeobecně

FVE lze vybavit systémem datové komunikace, který bude zabezpečovat kontrolu a monitoring střídačů. Z pohledu kontroly jsou jednotka střídačů víceméně soběstačná, řízené procesorem. Nastavení funkcí a kontrola provozních hodnot je prováděna pomocí integrovaného displeje a obslužných tlačítek.

Přehled funkcí:

- Hromadné zpracování dat
- Připojení k dalším technologiím a PC pomocí RS485
- Zobrazení závad a výstrah na vestavěném displeji
- Specifický roční výnos
- Zhodnocení za aktuální den a dosavadní celkové zhodnocení

Zobrazení následujících hodnot pro střídače:

- Aktuální AC výkon
- Denní energie
- Historie denních energií
- Celková energie
- Kódy poruchových stavů

Datová komunikace je z hlediska provozu FVE považována za možnou rozšířenou výbavu; její doplnění do systému nepodléhá schválení PDS a její realizace zcela závisí na vůli provozovatele.

5. Bezpečnost práce

Ochrana před úrazem el. proudem je navržena v souladu s ČSN 33 2000-4-41 ed. 2. Obsluhu přístrojů v rozvaděčích a veškeré údržbářské práce na el. zařízení smí vykonávat pouze pracovníci s příslušnou kvalifikací.

V provozních pokynech musí být zdůrazněno nebezpečí vyplývající z charakteru FV elektrárny a to, že i při odpojených střídačích ze strany DC i AC je při slunečním svitu i nadále elektrická energie ve FV panelech vyráběna a hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

Všechny výrobky, které podléhají povinnému schvalování a certifikaci ve smyslu zákona 22/97 Sb. o technických požadavcích na výrobky v platném znění, musí být ve smyslu tohoto zákona vybaveny příslušnými schvalovacími certifikačními osvědčeními.

Podle zákona č. 50/76 Sb. v platném znění §47, nesmí bez těchto dokumentů dojít k instalaci těchto výrobků a zařízení. **Zákon č. 50/76 Sb. se vztahuje i na výrobu rozváděčů.**

Dílčí a celkové zkoušky a výchozí revize elektrozařízení

Elektrické zařízení bude po ukončení výstavby, před tím, než je uživatel uvede do provozu, prohlédnuto, po částech a celkově vyzkoušeno a bude provedena výchozí revize. Dílčí zkoušky budou provedeny jako součást montáže, přičemž budou přezkoušeny i mechanické funkce jednotlivých zařízení. Během zkoušek bude provedena i výchozí revize elektrozařízení.

Komplexní vyzkoušení elektrozařízení

Komplexní vyzkoušení představuje ověření, že smontovaná zařízení nevykazují nedostatky, že z hlediska funkčního splňují požadavky projektu a že jsou schopná bezporuchového provozu.

Veškeré montážní a údržbářské práce musí být prováděny odbornou firmou při dodržování platných ČSN, elektrotechnických předpisů a BOZP. Ve stanovených lhůtách je nutno provádět periodické revize elektrického zařízení.

5.1. Provádění stavebně montážních prací

Při montáži je nutno postupovat podle platných norem a předpisů (ČSN EN 50 110-1 ed. 2, ČSN EN 50 110-2 ed. 2). Zvláště je nutné dodržovat pokyny výrobců jednotlivých komponentů. Před jakoukoliv manipulací s FV panely, je nutno rozpojit celou větev (string) v rozváděči RFV-DC, rozpojení konektorů může být provedeno jen v bezproudovém stavu. Umístění elektrických zařízení a montážní práce musí být provedeny tak, aby byla zaručena bezpečnost nejenom při montáži, ale i při obsluze a údržbě zařízení.

Všeobecně

- O postupu prací při montáži musí být veden Stavební deník.
- Montáž kabelů musí být provedena bez nežádoucího pnutí a v katalogových poloměrech ohybu. Manipulace s nimi je možná jen při vyšších než mezních teplotách, udávaných výrobcem.

5.2. Výstražné tabulky a nápisy

Elektrická zařízení, popřípadě elektrické předměty, musí být před uvedením do provozu vybaveny bezpečnostními tabulkami a nápisy předepsanými pro tato zařízení příslušnými zařizovacími nebo předmětovými normami.

Na skříni rozváděče RFV-DC bude viditelně umístěna tabulka „**POZOR! Pod napětím i při vypnutém hlavním vypínači!**“.

Na dvířkách rozváděče RFV-AC, RFV-BT a RH-AC budou umístěny výstražné tabulky „Elektrický zdroj“ a „Pozor zpětný proud“.

5.3. Kvalifikace montážních pracovníků a pracovníků údržby

Osoby pověřené obsluhou elektrického zařízení musí mít odpovídající kvalifikaci dle Vyhl. ČÚBP Č. 50/78 Sb § 3 pracovníci seznámení - obsluha elektrického zařízení mn, nn v krytí IP 4x a vyšším. Tyto osoby musí prokázat znalost místních provozních a bezpečnostních předpisů, protipožárních opatření a znalost postupu a způsobu hlášení závad na svěřeném zařízení.

Veškeré práce budou prováděny kvalifikovanými pracovníky (montáže osoby poučené a znalé, zapojování obvodů osoby znalé) dodavatele pod odborným dohledem specialisty na montážní práce. Objednatel bude pravidelně provádět kontrolu prací včetně prozkoušení, aby se přesvědčil, že práce probíhají v souladu s dokumentací a předpisy. Své případné připomínky bude objednatel zapisovat do „Stavebního deníku dodavatele“.

Kontrola jakosti a kompletnosti dodávaného díla bude prokázána následujícími doklady a protokoly:

- zápisy o vizuální kontrole, vyzkoušení funkčnosti zařízení ve Stavebním deníku
- revizní zprávou a protokolem o nastavení ochran
- návody pro obsluhu a údržbu zařízení

5.4. Údržba FV soustavy

Údržba zařízení FVE je pro provozovatele soustředěna na vizuální kontrolu všech částí. Výměna poškozených prvků a jejich opravy se řídí záručními podmínkami, po uplynutí záruční doby jednotlivých komponentů je individuální. Při provozu a údržbě je nutné dodržovat pokyny výrobců jednotlivých výrobců.

5.5. Revize elektrického zařízení

Výchozí revize

Výchozí revize bude zahájena po ukončení montážních prací. Tato práce bude prováděna osobou s patřičným oprávněním. Předmětem revize bude zjištění, zda všechna namontovaná a zapojená zařízení jsou v souladu s příslušnými předpisy a s dokumentací. Dále bude zkoumána mj. kvalita spojení, úplnost a správnost označování elektrického zařízení. Výsledkem revize bude „Výchozí revizní zpráva“.

Výchozí revizi provede dodavatel montážních prací podle příslušné ČSN a EN. Další revize (periodické) bude provádět provozovatel ve stanovených lhůtách a po každé opravě vyvolané poruchou či poškozením elektrického zařízení.

Pravidelné revize

Pro pravidelné revize je stanovena lhůta 4 roky.

Komplexní zkoušky

Dodavatel je povinen vyzkoušet a prověřit veškerá zařízení. Komplexní zkoušky musí potvrdit, že celý systém, jako měřicí přístroje, snímače a operátorské pracoviště fungují tak, jak byly navrženy a zamýšleny. Po úspěšném vyzkoušení je objednatelem a dodavatelem podepsán výsledek zkoušky ve Stavebním deníku.

Certifikace

Všechny výrobky, které podléhají povinnému schvalování a certifikaci ve smyslu příslušných zákonů musí být vybaveny příslušnými schvalovacími a certifikačními protokoly zpracovanými autorizovanou zkušebnou. Bez těchto dokumentů nelze provést instalaci těchto výrobků.

6. Specifikace materiálu

Specifikace použitého materiálu viz příloha.

7. Přílohy

C – Situační a dispoziční výkresy

C.1 – Přehledové schéma instalace FVE

D – Dokumentace technických a technologických zařízení

D.1 - Rozmístění fotovoltaických panelů

D.2 – Jednopolové schéma instalace

D.3 - Schéma rozváděče RFV-DC

D.4 - Pohled na rozváděč RFV-DC

D.5 - Schéma rozváděče RFV-BAT

D.6 - Pohled na rozváděč RFV-BAT

D.7 – Schéma rozváděče RH-AC

D.8 – Pohled na rozváděč RH-AC

D.9 - Vzorové řezy kabelovými výkopy

Technické listy FVE komponentů

- Datový list FV panelů
- Datový list síťových střídačů
- Datový list bateriových střídačů
- Datový list střídače baterií