

D.2.1.1 Technická zpráva FVE

Gymnázium Pardubice Dašická - výstavba FTV elektrárny Dašická 1083, 530 03 Pardubice

Dodavatel: TO SYSTEM s.r.o., V Brance 83, 261 01 Příbram
IČ / DIČ 28911822 / CZ 28911822

Investor: Krajský úřad Pardubického kraje
Komenského nám. 125, 532 11 Pardubice
IČ / DIČ 27481166 / CZ27481166

Zodpovědný projektant: Mgr. Michal Smejkal ČKAIT 0013645

Kontroloval: Ing. Jakub Jandourek

Vypracoval: Mgr. Michal Smejkal, Jaroslav Kadlec

Datum: 8/2024

1. Úvod

1.1 Obsah projektu

Projekt řeší připojení fotovoltaické elektrárny (FVE) na střechách v areálu gymnázia v ulici Dašická 1083, 530 03 Pardubice o instalovaném výkonu generátorů energie 180 kWp a s ní spojenou část elektroinstalaci DC a AC. Vyrobená a získaná el. energie z FV elektrárny je přes rozvaděč R.DC přivedena pomocí DC kabelů do celkem 4 ks střídačů a z nich do rozvodné skříně R-AC FVE/NN a dále pomocí kabelů NN přenesena do rozvaděče silnoproudu RP. Přebytková energie bude distribuována dle SOP s ČEZ a.s., buď přetokem do sítě nebo bude omezená procentuálně dle nastavení střídače.

Přbytek vyrobené energie je ukládán do akumulačního setu o celkové kapacitě min. 110 kWh, které budou umístěny společně se střídačem v místnosti elektrorozvodny v 1NP objektu hlavní budovy. Stávající rozvaděč je ve stejné místnosti.

Elektrárna a zákazník budou připojeni do distribuční soustavy ČEZ a.s. Smluvní podmínky a technické řešení stanovené v PPDS, pokud bude odlišné od projektu, bude po obdržení dopracováno do dokumentace skutečného provedení pro ČEZ a.s.

1.2 Podklady pro vypracování

- Projekt byl vypracován na základě podkladů a požadavků investora
- Platné ČSN EN, vyhlášky a směrnice
- Katalogy elektrotechnických výrobků
- Výkresová část původního plánu sportovní haly a přístavby. Stávající stav nedodán. Výkres je proveden do dodaného podkladu.
- REALIZACE ÚSPOR ENERGIE - GYMNÁZIUM PARDUBICE, DAŠICKÁ, vypracoval Jiří Fišar, 7/2014
- SPORTOVNÍ AREÁL DAŠICKÁ, PARDUBICE, vypracoval Ing. Arch. M. Petrání, 9/2009
- 4. GYMNÁZIUM, PARDUBICE, DAŠICKÁ 1083, 530 03 PARDUBICE
Energetická studie proveditelnosti instalace střešní fotovoltaické elektrárny včetně akumulace elektrické energie, aktualizace 04/2022

1.3 Změny projektu

Každá změna této projektové dokumentace, plynoucí z nových požadavků odběratele, která se vyskytne i během montáže a která má za následek změny montážních dispozic a parametrů oproti projektu, musí být projektantem nebo smluvním zhotovitelem odsouhlasena, projednána a následně zakreslená do dokumentace skutečného provedení stavby.

2. Základní technické údaje

2.1 Proudová soustava

V rámci instalace budou použity tyto rozvodné sítě a napětí:

- a) 3PEN AC 50Hz, 400V/TN-C
- b) 1NPE AC 50Hz, 230V/TN-S, DC 2-1000V/IT

2.2 Ochrana před úrazem el. proudem dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3

- a) Ochrana základní před dotykem živých částí:
 - ochrana izolací živých částí
 - ochrana kryty nebo přepážkami

- b) Ochrana při poruše před dotykem neživých částí:
- normální – automatickým odpojením od zdrojem
 - doplněná – doplňujícím pospojováním
 - izolací, kryty, pospojování, uzemnění (DC)

2.3 Pospojování

Hlavní pospojování a doplňující pospojování bude provedeno dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3 a 33 2000-5-54 ed.3. Pospojování neživých částí bude provedeno u konstrukcí modulů střeš a vně budov jak na části DC, tak AC na HEP umístěnou vně budov v rozvaděči RP.

2.4 Ochranné pospojování a uzemnění

Systém FVE a ocelových a hliníkových konstrukcí panelů je vodivě pospojovaný vodičem CYA 16mm zeleno/žlutý s konstrukcí a samostatně uzemněn a napojen na EVP (ekvipotencionální svorkovnice) přípojnicí a vnější zemnicí soustavu řešeného objektu. V zemi, resp. těsně nad zemí je provedeno propojení na hromosvodovou uzemňovací soustavu pomocí proudové svorky S 2-20.

Hromosvod na střeše musí být proveden v souladu s nově osazenou FV soustavou jako strojený mřížový jímač v celé ploše střechy dle ČSN EN 62 305-1 ed.2 a bude doplněn tyčovými jímači a vodiči svodů vedenými po obvodě střechy haly. Vzdálenost svodů od FV zařízení S bude vypočtena dle ČSN EN 62 305 ed.2 a dodržena po celé délce svodu. Počet svodů musí odpovídat stanovené třídě LPS III dle analýzy rizik a být v souladu s ČSN EN 63 305-1 ed.2.

Hromosvod není předmětem tohoto projektu a je řešen v samostatné části projektu.

Střídače, rozvaděče a ocelové a hliníkové nosné konstrukce jsou pospojovány, přizemněny a uvedeny na společný potenciál každý samostatně a navzájem, což je základním ochranným opatřením proti přepětí i nedovolenému dotykovému napětí.

2.5 Stanovení vnějších vlivů dle ČSN 33 2000-1 ed.2

V dotčeném venkovním prostoru platí následující třídění vnějších vlivů pro venkovní elektro instalace:

- AB8, AC1, AD4, AE1, AF1, AG1, AH1, AK1, AL1, AM1, AN2, AP1, AQ1, AR2, AS2, BA1, BC1, BE1, CA1, CB1

Přiřazení vnějších vlivů prostředí prostorům členěným z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2, tabulka 32-NM1-3:

- Třída vnějšího vlivu AD4 – prostor zvláště nebezpečný

Venkovní prostory s vnějšími vlivy AD4 dle ČSN 33-2000-4-41 ed.3, mohou být posouzeny jako prostory pouze nebezpečné, jestliže se tyto vlivy v daném prostoru vyskytují pouze občas a je zajištěno, že s elektrickým zařízením se bude pracovat a manipulovat pouze v době, kdy působí maximálně jenom vnější vlivy podle tabulky NA.4 a NA.5 dle změny č. 4-41 této normy.

Toto musí být prokazatelně zajištěno místním provozním předpisem.

Třída vnějšího vlivu AB8, AS2 – prostor nebezpečný.

Stanoveným třídám vnějších vlivů musí odpovídat provedení elektroinstalace dle ČSN EN 33 2000-4-41 ED.3, ČSN EN 33 2000-5-51 ED.3+Z1+Z2 a dalších souvisejících platných českých norem. Uvedené třídy vnější vlivů musí být před uvedením zařízení do provozu prověřeny a musí být překontrolováno, zda instalovaná elektrická zařízení uvedeným podmínkám vyhovují.

2.6 Technické údaje

Fotovoltaická elektrárna FVE 180 kWp je z hlediska dispozice FV modulů osazená na střechách objektů v areálu gymnázia. Pro fotovoltaický systém bude použito 4 ks třífázových střídačů. Komunikačním kabelem FTP je zajištěna propoj s LAN pro monitorování a řízení střídačů.

Celkem bude osazeno 400 ks FV modulů o výkonu 180 kWp.

Instalace jednotlivých panelů:

Název objektu	Počet panelů	Zatížení konstrukce kg/m ²
Objekt A (škola) plocha střechy jihovýchod	146	38
Objekt B (jídlna) plocha střechy jihovýchod	28	54
Objekt C (sportovní hala) plocha střechy jihozápad	190	121
Objekt C (přístavba) plocha střechy jihozápad	36	25

Výpočet zatížení byl proveden pro celkovou konstrukci FV panelů a jejich kotevní systém. Jedná se tedy o kovové uchycení do konkrétního typu střechy, či přítěžovací konstrukci na střechách plochých. V rámci realizace bude výpočet upřesněn na základě skutečného provedení střešního pláště osazení panelů a předpisu statického posudku.

2.7 Konstrukční typové řešení

V rámci řešeného projektu jsou pouze dva typy střech. Jedná se o ploché střechy, které mají všechny střechy školního zařízení. Pouze střecha Objektu C (sportovní hala) má střechu zaoblenou.

Pro ploché střechy se bude jednat vždy o typizovanou konstrukci s přitížením betonovými dlaždicemi(kostkami). Konstrukční systém bude řešen jako ucelený systém z jednotlivých komponent pro sklon modulů 10-15° se sklonem střechy do 10°. Bude se jednat o nekorodující díly tedy, hliníkové profily či nerezová ocel či galvanizovaná ocel. V žádném případě se nebude jednat o svařované profily skládané na dané instalaci. V případě nutnosti atypického dodělení konstrukce bude vždy upozorněn investor aby dané řešení schválil.

Konstrukce bude vždy zavětrována jak po stranách tak ze zadní strany, tak aby se se zvýšila aerodynamika při obtékání větru a minimalizovalo se podfouknutí a tím i vztlak na samotné panely. Zatížení bude provedeno do připravené konstrukce betonovými dlaždicemi, které na krajích nebudou z dané konstrukce přečnívat. Při odevzdání PD budou doloženy certifikáty na dané konstrukční řešení, které splňují kritéria pro umístění na dané střeše.

Vedení kabeláže mezi panely je dáno výrobcem panelu a tedy není možné jejich propojení konstrukčně vyřešit nehořlavým provedením. Nicméně veškeré kabeláže vedené po střešním plášti budou již instalovány do celokovových pozinkovaných neperforovaných žlabů umístěných 5cm nad střešním pláštěm.

Na střešní plášť bude systém pokládán přes gumové podložky, tak aby nebyly časem do střešního pláště vytlačeny instalované profily. Kdy především v letních měsících s vyššími teplotami může střešní krytina "měknout" a kovový profil do ní vytvořit nechtěný prostup pro zatékání dešťové vody.

Pro střechu zaoblenou/šikmou bude nutné použít konstrukční řešení, které je složené z vícero prvků tak aby se dal co nejvíce kopírovat tvar střechy a nedocházelo k zbytečnému oddálení panelu od pláště střechy. Z tohoto důvodu bude využito řešení násobných jednotlivých komponent, které budou samostatně kotveny ke střešnímu plášti. Nebudou tedy mezi sebou spojeny konstrukcí, ale budou jednotlivě kotveny do střešního pláště pomocí samořezných vrutů



TX30. Díky možnosti kotvení profilů dle skutečné konstrukce střechy je možné vyskládat uchycení tak aby panel co nejvíce střešní plášť kopíroval.

Konstrukční systém bude opět proveden jako celistvé systémové řešení. Bude se jednat o nekorodující díly, tedy hliníkové profily či nerezová ocel či galvanizovaná ocel. V žádném případě se nebude jednat o svařované profily skládané na dané instalaci. V případě nutnosti atypického dodělání konstrukce bude vždy upozorněn investor, aby dané řešení schválil. Veškerý kotevní drobný materiál bude taktéž z nekorodujících materiálů a materiálů odolávajícím UV záření.





2.8 Distribuce vyrobené energie

Vyrobená a získaná el. energie z FV elektrárny, je pomocí rozvaděče R.AC/NN FVE přivedena do rozvaděče, řeší silnoproud. Z tohoto rozvaděče AC/NN 0,4kV jsou napájeny spotřebiče v objektech.

2.9 Akumulace energie do baterií baterie

Bateriové uložení bude provedeno jako centrální s umístěním v místnosti elektrorozvodny.

Baterie slouží pro ukládání nadvýroby elektrické energie. Bateriové uložení s kapacitou 110 kWh.

2.10 Měření získané elektrické energie

Měření vyrobené elektrické energie FVE je prováděno v jednotlivých střídačích samostatně. Společné měření je řešeno ve SMART metru, hodnoty jsou prostřednictvím routeru napojeny na portál výrobce daného střídače a přes webovou aplikaci dále přístupné pro uživatele.

2.11 Síťová ochrana

Univerzální síťová ochrana je zařízení určené pro ochranu uživatelské – distribuční sítě před případnými nežádoucími účinky FV zdroje elektrické energie. Univerzální síťová ochrana ve střídačích sdružuje tyto prvky.

- Nad frekvenční a pod frekvenční ochrana
- Přepětová a podpětová ochrana
- Pořadí a přítomnost fází
- Symetrie fází a vektorový skok

V případě odchylek sledovaných parametrů od mezí normovaných hodnot dojde k automatickému odpojení FV zdroje elektrické energie od uživatelské sítě. FV systém zůstává odpojený, dokud se provozní napětí a kmitočet neobnoví na přijatelné rozmezí, a to na dostatečnou dobu asi 30s až 3min. Po uplynutí dostatečné doby od sledovaných parametrů sítě do normálu, dojde k automatickému napojení FV zdroje k uživatelské síti. Tato ochrana bude sdružena do střídače.

Autonomní funkce výroby jsou zajištěny ve střídači (char. Q(U), P(U), P(f) a LVRT) a protokol o jejich nastavení bude rovněž součástí revizní zprávy, kterou zajišťuje uživatel.

V rámci ochran jsou na všech FV panelech instalovány optimizéry.

2.12 Nastavení energetických ochran

Zapojení energetických ochran je provedeno na základě „Pravidel provozování distribučních soustav“ zejména přílohy č.4 „Pravidla pro paralelní provoz zdrojů se sítí nízkého nebo vysokého napětí provozovatele distribuční soustavy“ distribuční společnosti a ustanovení navazujících norem z hlediska vlivu na elektrizační soustavu (případně meze rušivých vlivů, které jsou stanoveny v podnikových normách energetiky – řada PNE 333430).

Energetické ochrany se nastaví podle následující tabulky:

Nastavení dvoustupňové autonomní ochrany bude dle protokolu revizní zprávy:

Funkce	Maximální vypínací čas (s)	Nastavení pro vypnutí
Podpětí 1	2,7s	$U < 0,7 \cdot 230V - 30\%$, tj. 161V
Podpětí 2	1,7s	$U < 0,45 \cdot U_n - 65\%$, tj. 103,5V
Přepětí 1	15s	$U > 230V + 15\%$, tj. 264,5V
Přepětí 2	5s (0,1s)	$U >> 230V + 20\%$, tj. 276V
Přepětí 3	0,1s	$U >>> 230V + 25\%$, tj. 287,5V
Pod frekvence	0,1s	$f < 47,5Hz$, tj. 50Hz tj. -5%
Nad frekvence	0,1s	$f > 51,5Hz$, tj. 50Hz tj. +3%

2.13 Zpoždění opětovného zapnutí FVE po výpadku

Při výpadku sítě NN dojde k odpojení časovacího relé, které po oživení napětí v síti zajistí zpožděné připojení FVE v čase 20min. dle požadavku „Technických podmínek a příloh ČEZ a.s.“.

2.14 Rozpadové místo FVE

Výše uvedené relé HDO – FVE ovládá rozpadové místo – bod v rozvaděči RFVE.AC.

Rozpadové místo je osazeno vypínačem s polohou „VYPNUTO“ FVE.

2.15 Dispečerské řízení distributora

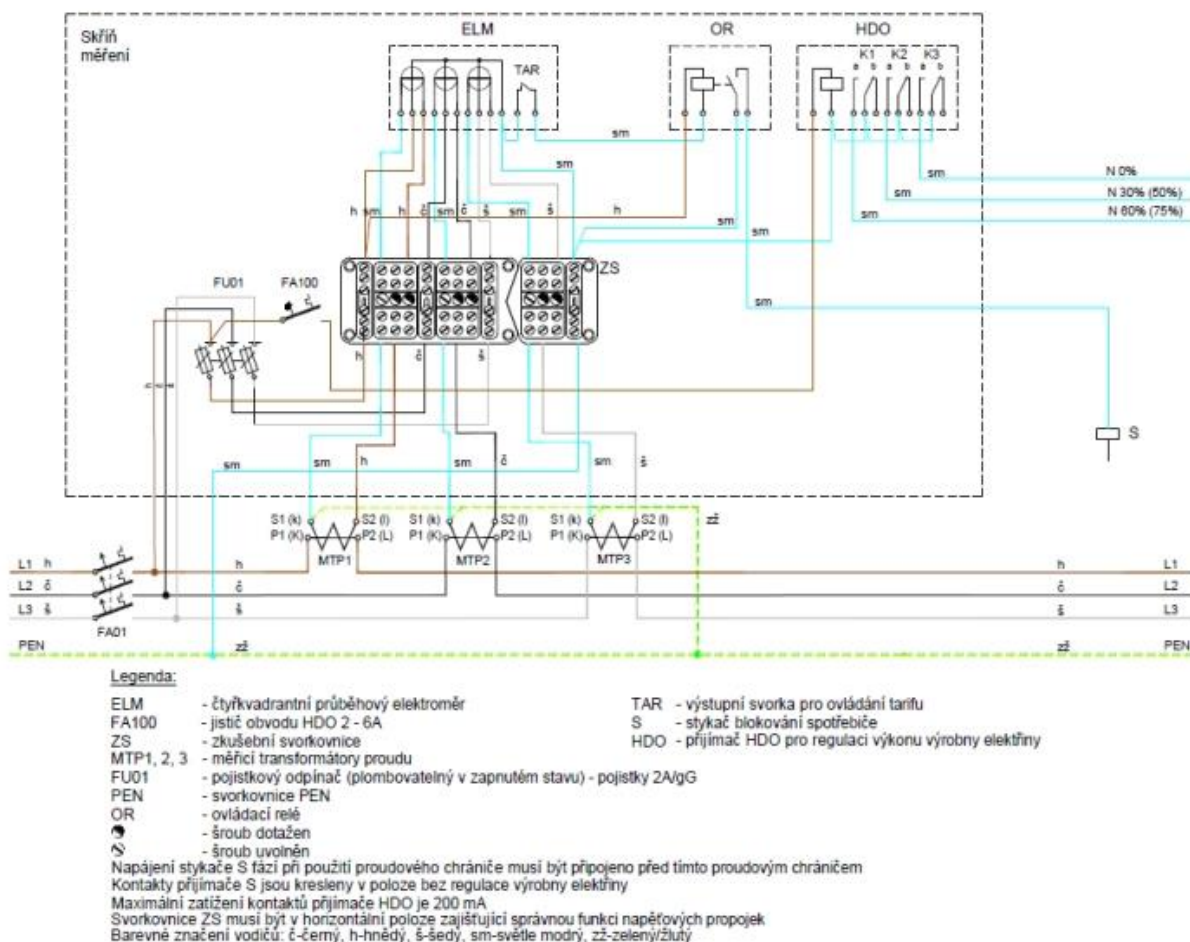
Dispečerské řízení bude řešeno dle požadavku SOD s distributorem pro elektrárny nad 100kW. Umístění bude přidruženo do blízkosti umístění střídačů.

2.16 Elektroměrový rozvaděč RE

Umístění stávajícího elektroměru je v objektu hlavní budovy. Bude upraveno dle nových připojovacích podmínek ČEZ a.s. Pro výrobní elektřiny z OZ platí příloha č.3 PP, tj. výroba FVE výkonem nad 100kW se zapojením dvoutarifového nepřímého průběhového měření NN s regulací výkonu výrobní.

PŘÍLOHA 3

Výrobní elektřiny s výkonem od 100 kW včetně, zapojení nepřímého průběhového měření nn s regulací výkonu výrobní elektřiny



Zapojení RE musí odpovídat podmínkám ČEZ a.s., které budou schváleny dle dokumentace skutečného provedení. Od ČEZ a.s. bude osazen 4 kvadrantní elektroměr na základě žádosti ČEZ a.s. o první paralelní připojení. Pokud dojde při realizaci RE (elektroměrový rozvaděč) ke změnám zapojení a provedení, budou zakresleny do schéma a doplněny do dokumentace skutečného provedení.

2.17 Ochrana před přepětím

Připojovaná zařízení FV systému jsou ve stejnosměrné DC a střídavé AC části silnoprůdu, vč. Slaboproudé části vybavena příslušnými ochrany proti přepětí.

Na DC straně je ochrana navíc integrována ve střídači. Na AC straně v rozvaděči R.AC/NN-FVE.

Při instalaci přepětových ochrannů nutno dodržet ustanovení ČSN EN 62305-4 ed.2 a montážní předpisy výrobce.

3. Silnoproudá část DC-AC/NN

Získaný výkon z FV panelů je přiveden na vstupní svorky rozvaděče R.DC. Zde jsou stringy chráněny a vybaveny přepětovou ochranou typu SPD1.

Ve střídačích je výkon ze stejnosměrného napětí transformován na třífázové střídavé napětí 3x400V ~50Hz, které je automaticky nafázováno k síti (fázím L1,L2,L3) napojením do hlavní elektrorozvodny. Nafázování je zajištěno střídačem, který zároveň zajišťuje jeho automatické odpojení od sítě v případě odchylek napětí nebo frekvence od mezí normovaných hodnot.

Havarijní tlačítka jsou provedeny ve dvou stupních. Tlačítko „TOTAL FVE STOP“ je instalováno v prostoru hl. vjezdové brány, tedy místa zásahu HS. Toto tlačítko odpojí od napětí veškeré instalované zařízení FVE v řešeném areálu. Sekundární jsou tlačítka „CENTRAL FVE STOP“. Tyto tlačítka jsou instalovány ke vstupním dveřím do každého řešeného objektu jednotlivě a dále před danou místnost s technologií FVE viz výkresová PD.

Z rozvaděče R.DC-A1 jsou vodiče DC přivedeny do rozvaděče R.AC-A1. Jsou vodiče DC přivedeny do rozvaděčů R.AC-A1, které jsou přes rozvaděč RFVE AC napojeny do rozvaděče RH silnoproudu ve výrobní hale č.5.

4. Kabelové rozvody a trasy

Silnoproudé propojení a kabelové rozvody DC budou provedeny měděnými k tomuto účelu určenými solárními kabely s UV odolností o průřezu 4,6,10 a 16mm² a dále CU kabely CYKY. Venkovní DC kabely stringů budou svazovány ke kovové (hliníkové) nosné konstrukci FV panelů, přechody stringů mezi FV řadami vedeny v chráničkách PVC s UV ochranou. Chráničky budou utěsněny tmely rovněž s UV ochranou. Venkovní DC propojovací kabely ze stringů mezi řadami jsou vedeny přímo v chráničkách.

Kabelové rozvody budou provedeny tak, aby neztěžovaly nebo neznemožňovaly údržbu, opravy a výměny jednotlivých dílů technologického zařízení FV systému. Celkové provedení kabelových rozvodů musí odpovídat zejména ČSN EN 33 2000-5-52 ed.2 a barevné označení vodičů ČSN EN 33 0165 ed.2. Jednotlivé kabely budou na koncích a v určených místech v trase označeny štítky (číslo kabelu, typ kabelu, odkud-kam). V případě použití jednotné barvy pláště u DC vodičů bude provedeno na obou koncích jednoznačně barevné přeznačení kladného a záporného pólu.

Umístění veškerých komponentů fotovoltaického systému, uložení kabelů, tras a způsobu provedení bude řešeno v souladu s požadavky výrobce střídačů a příslušných norem, požadavků a dalších upřesnění odpovědného zástupce investora a dodavatelské firmy.

Při instalaci a ukládání kabelů je nutné dbát dodržení vzdáleností vodiči vodivého pospojování, svodů přepětí a zejména dráty jímáčů a svodů hromosvodové soustavy.

Odpovědný zástupce montážní organizace musí být prokazatelně před vlastní realizací seznámen s montážními předpisy výrobce modulů a uživatelskou příručkou střídače.

5. Hromosvody

Instalací FV elektrárny bude systém jímací soustav na střeše objektu případně upraven podle skutečného provedení a dle platné a harmonizované ČSN EN 62 305-1 ed.2 vč. stanovení řízeného rizika ve zprávě zpracované dle uvedené normy. Hromosvod není řešen v tomto projektu, není součástí tohoto projektu.

6. Certifikace, schvalování a realizace

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

V souladu se zákonem 283/2021 Sb., nesmí bez těchto dokumentů dojít k instalaci těchto výrobků a zařízení.

Předmětné elektrické zařízení je zařízení sloužící k výrobě elektrické energie a připojení na ochranu před účinky atmosférické elektřiny, tj. vyhrazené elektrické zařízení ve smyslu vyhlášky 250/2021 Sb. a jeho montáž včetně revizí může provádět pouze organizace, která má k této činnosti oprávnění dle vyhlášky 250/2021 Sb.

Dodavatelská a montážní organizace FV systému stanoví způsob zajištění bezpečnosti při práci pro výstavbu i budoucí provoz dle vyhlášky 48/1982 Sb. a jejich změn 601/2006 Sb., 207/1991 Sb., 352/2000 Sb., 192/2005 Sb.

7. Ochrana zdraví a bezpečnost při práci

- Provozovatel je povinen řídit se při uvádění do provozu a provozování podmínkami dle ČSN EN 50110-1 ED.3 a dle dřívější vyhlášky 50/1978 Sb. A souvisejících platných norem. Nyní zákon 250/2021 Sb. §19 a nařízení vlády 194/2022 Sb.
- Obsluhou elektrických zařízení mohou být provozovatelem pověřováni jen pracovníci alespoň poučení, údržbu a opravy mohou provádět jen pracovníci znalí ve smyslu vyhl. 50/78 (dřívější vyhláška) nyní zákon 250/2021 Sb. §19 a nařízení vlády 194/2022 Sb.
- Všechny instalované rozvaděče a instalovaná elektrická zařízení FV systému opatřit příslušnými bezpečnostními tabulkami.

8. Požadavky na údržbu

- **Požadavky na údržbu:** Údržbu elektrických silnoproudých zařízení mohou provádět osoby znalé elektrických předpisů a s touto činností obeznámené.
- **Bezpečnost zařízení a bezpečnost a ochrana při práci:** Navrhovaná elektroinstalace svým krytím a provedením v daném prostředí musí splňovat podmínky bezpečnosti osob a technických zařízení. Osoby pověřené obsluhou zařízení musí mít odbornou způsobilost dle staré vyhlášky 50, nyní podle zákona 250/2021 Sb. §19 a nařízení vlády 194/2022 Sb.

9. Požární ochrana

Požární ochrana dle ČSN 73 0802 ed.2 (730802) Požární bezpečnost staveb. Musí být provedeno posouzení nového požárního zatížení stavby instalací FV elektrárny.

10. Závěr

Provedení elektroinstalace a použitý materiál musí odpovídat platným normám. Vzhledem k tomu, že se jedná o netypické zařízení, budou případné změny a upřesnění řešeny v průběhu realizace stavby.

Provedení elektroinstalace a použitý materiál musí odpovídat a být v souladu s požadavky příslušných platných ČSN, předpisů a směrnic (PPDS, PNE) provozovatele stávající hlavní distribuční soustavy. Před uvedením do provozu provede montážní organizace výchozí revizi a vyhotoví revizní zprávu dle ČSN 33 1500 zm. č.1-Z4 a ČSN 33 2000-6 ED.2, která bude součástí předání zařízení do trvalého provozu.

Součástí předání díla bude dokumentace skutečného provedení stavby dle změn.

Po vydání smlouvy o připojení do DS, se ke zprávě přiloží příslušná příloha smlouvy k FVE.

Vypracovali: Mgr. Michal Smejkal a Jaroslav Kadlec

v Příbrami 21.8.2023