**Investor: SAKO Brno SOLAR, a.s.**

**Akce: FVE ZŠ Jana Babáka**

**Místo instalace: Základní škola Jana Babáka 1960/1, 616 00 Brno – Žabovřesky**

**projektová dokumentace**

**Dokumentace pro provádění stavby**

**01 – Fotovoltaická elektrárna**

**Etapa 2**

**Technická zpráva**

Část Elektro

Archivní číslo: **Z021058/-5-PS-E015/R00**

Název zakázky: **FVE ZŠ Jana Babáka – etapa 2**

Číslo zakázky: **Z021058**

Vypracoval: **Ing. Peter Petrič**

Únor 2023

**Obsah**

[1. Identifikační údaje 3](#_Toc120610839)

[1.1 Údaje o stavbě 3](#_Toc120610840)

[1.2 Údaje o zpracovateli dokumentace 3](#_Toc120610841)

[2. Úvod 4](#_Toc120610842)

[2.1 Projektové podklady 4](#_Toc120610843)

[2.2 Rozsah projektu 4](#_Toc120610844)

[2.3 Značení v projektu 4](#_Toc120610845)

[2.4 Změny v projektové dokumentaci oproti předcházejícímu stupni 5](#_Toc120610846)

[3. Technické řešení 5](#_Toc120610847)

[3.1 Napájecí soustava 5](#_Toc120610848)

[3.2 Základní technické údaje zařízení 5](#_Toc120610849)

[3.3 Popis systému 5](#_Toc120610850)

[3.4 Monitoring 7](#_Toc120610851)

[3.5 Uzemnění a EMC 7](#_Toc120610852)

[3.6 Ochrana proti přepětí 7](#_Toc120610853)

[3.7 Ochrana před bleskem 7](#_Toc120610854)

[3.8 Vlivy prostředí 7](#_Toc120610855)

[3.9 Vztah instalace k životnímu prostředí 7](#_Toc120610856)

[3.10 Kabely a kabelové trasy 8](#_Toc120610857)

[4. Popis použitých zařízení 9](#_Toc120610858)

[4.1 Fotovoltaické panely 9](#_Toc120610859)

[4.2 Střídač AC/DC – INV 9](#_Toc120610860)

[4.3 Nosná konstrukce pro FVE panely 11](#_Toc120610861)

[4.4 Rozvaděče RAC 11](#_Toc120610862)

[4.5 Rozvaděč RDC 12](#_Toc120610863)

[5. Bezpečnost práce a ochrana obsluhy a zařízení 13](#_Toc120610864)

[5.1 Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím 13](#_Toc120610865)

[5.2 Pracovní podmínky 13](#_Toc120610866)

[5.3 Požadavky na kvalifikaci osob pro obsluhu, opravy a údržbu elektrických zařízení 13](#_Toc120610867)

[5.4 Bezpečnost práce 13](#_Toc120610868)

[5.5 Zakázané práce 14](#_Toc120610869)

[6. Certifikace, Důležitá upozornění a normy 14](#_Toc120610870)

[7. Přílohy 14](#_Toc120610871)

# Identifikační údaje

## Údaje o stavbě

Investor: SAKO Brno SOLAR, a.s.

Jedovnická 2, 628 00 Brno

IČ: 14103320

Stavba: FVE ZŠ Jana Babáka – etapa 2

Místo instalace: Areál Základní školy Jana Babáka

Jana Babáka 1960/1, 616 00 Brno – Žabovřesky

## Údaje o zpracovateli dokumentace

Projektant: MAGUS INTERNATIONAL a.s.

IČ: 29361672

Adresa: Pohankova 34/8, 628 00 Brno

Vypracoval: Ing. Peter Petrič

Stupeň PD: Dokumentace pro provádění stavby – DPS

# Úvod

Předmětem projektu je rozšíření dvou stávajících fotovoltaických elektráren (FVE1 a FVE2), pro odběrné místo č. 080069737 C25D ze špičkového výkonu 20.25 kWp na výkon 99,45 kWp (FVE1), pro odběrné místo č. 0800069199 C45d ze špičkového výkonu 13,5 kWp na výkon 71,1 kWp (FVE2). Tyto nově instalované výkony představují druhou etapu realizace fotovoltaické výrobny, kde bude využit plný potenciál sťrech objektu Základní školy Jana Babáka.

Fotovoltaické panely budou instalovány na jižních stranách 5 sedlových střech jednotlivých objektů školy. Výkon z FVE bude po realizaci sloužit výhradně pro vlastní spotřebu objektu a drobné přebytky mohou být dodány do distribuční sítě.

## Projektové podklady

* Smluvní podklady a nabídka
* Fyzická obhlídka na místě a pořízená fotodokumentace
* Stavební výkresy
* Požadavky zadavatele
* Dokumentace k nově navrženým zařízením
* Projektová dokumentace předchozího stupně
* Příslušné technické normy a vyhlášky
* Dokumentace pro provedení stavby – etapa 1

## Rozsah projektu

**Projekt řeší:**

* Rozmístění FV panelů na střeše
* Připojení výrobny do napájecích rozvaděčů odběrných míst
* Doplnění rozvaděče RH
* Úprava rozvaděčů RAC pro připojení technologie k odběrným místům
* Rozvaděče DC skříně pro jištění DC strany výrobny
* Zapojení panelů FVE
* Propojení DC přívodů
* Kabeláž a kabelové trasy FVE

**Projekt neřeší:**

* Přívod do hlavního napájecího rozvaděče RH
* Ochrana před atmosférickým přepětím objektu
* Fakturační měření a hlavní domovní skříň
* Statické ověření objektu a nosnost konstrukce střechy

## Značení v projektu

|  |  |
| --- | --- |
| Projekční značení | Vysvětlivky |
| +RH | Stávající hlavní rozvodnice pro napájení objektu |
| +RAC1, RAC2 | Rozvaděč pro vyvedení výkonu fotovoltaické výrobny |
| +RDC1.1-1.3. RDC2.1-2.3 | Pomocný rozvaděč pro odpojení a jištění FV panelů |
| +INV1.1-1.3, INV2.1-2.3 | Síťové střídače |

Označování funkčních částí zařízení je vytvořeno pomocí označovacích bloků rozlišených identifikačními znaky:

= označení funkčního celku

+ polohopisné označení (rozvaděč, umístění)

- identifikace zařízení

: připojovací místo

Označování kabelů:

Označení kabelů se skládá z písmenné a číselné části WSxx nebo Wxx, kde xx zastupuje pořadí kabelu.

## Změny v projektové dokumentaci oproti předcházejícímu stupni

* Realizace druhé etapy – navýšení výkonu výroben na 99,45 kWp a 71,1 kWp,
* Doplnění fotovoltaických panelů na nevyužité části střech,
* Doplnění střídačů do technických místností
* Konkrétní specifikace technologie,
* Doplnění DC rozvaděčů do technických místností,
* Doplnění kabelové trasy pro druhou etapu,
* Doplnění pospojení konstrukce fotovoltaických panelů,
* Specifikace rozvaděčových skříň a jejích vnitřního vybavení.

# Technické řešení

## Napájecí soustava

Napájecí napětí 3PEN, 50 Hz, 400V/230V, TN-C-S

Ovládací napětí 1/N/PEN, 50 Hz, 230V

## Základní technické údaje zařízení

Celkový výkon FVE1 99,45 kWp instalovaných na střeše objektu ZŠ Jana Babáka

AC síťový střídač 1 ks třífázový AC střídač o výkonu 20 kW – etapa 1

1 ks třífázový AC střídač o výkonu 30 kW – etapa 2

1 ks třífázový AC střídač o výkonu 50 kW – etapa 2

FVE panely 45 ks monokrystalických panelů o výkonu 450 Wp – etapa 1

176 ks monokrystalických panelů o výkonu 450 Wp – etapa 2

Celkově použito 221 fotovoltaických panelů

Celkový výkon FVE2 71,1 kWp instalovaných na střeše objektu ZŠ Jana Babáka

AC síťový střídač 1 ks třífázový AC střídač o výkonu 12 kW – etapa 1

2 ks třífázový AC střídač o výkonu 30 kW – etapa 2

FVE panely 30 ks monokrystalických panelů o výkonu 450 Wp – etapa 1

128 ks monokrystalických panelů o výkonu 450 Wp – etapa 2

Celkově použito 158 fotovoltaických panelů

FVE panely celkově 379 ks FV panelů pro obě výrobny

## Popis systému

Na sedlových střechách objektu základní školy budou umístěny veškeré fotovoltaické panely a hliníkové konstrukce, na kterých budou panely umístěny. Panely a konstrukce v rámci druhé etapy budou umístěny na nevyužitých částech střech objektu ZŠ Jana Babáka s orientací na jih. Ostatní části technologie výrobny související s realizací druhé etapy jako jsou síťové střídače a jistící DC skříně budou umístěny v technických místnostech pro jednotlivé odběrná místa (OM1 a OM2) z důvodu snadnějšího přístupu technickým pracovníkům k technologií výrobny.

Přímo na sedlových střechách objektu bude instalováno celkem 379 monokrystalických panelů v 5 blocích na jižních stranách tří sedlových střech a dvou sedlových štítech. Výrobna FVE1 bude pozůstávat z bloku umístěného na střeše západní části objektu, na západním sedlovým štítě a větší části sedlové střechy středové části objektu Základní školy, ve kterých bude instalováno celkem 221 fotovoltaických panelů. Výrobna FVE2 bude řešena zrcadlově na východní části k výrobně FVE1 s rozdílem, že bude tvořena menším počtem fotovoltaických panelů na středové části objektu Základní školy. Každý blok bude pozůstávat ze stringů fotovoltaických panelů dle parametrů použitých střídačů. Rozložení panelů, počátek a konec stringů a kabelové trasy k nim vedeny jsou řešeny tak aby vzdálenost k rozvaděči DC byla nejmenší. Vzhledem k tomu, že není možné umístit technologií pro vyvedení výkonu výrobny do prostorů pod střechu (prašné prostředí, v letních měsících vysoké teploty a minimální cirkulace vzduchu), bude technologie umístěná v technických místnostech v 1.PP objektu, co značně prodlouží DC kabelové trasy.

V případě výrobny FVE1 budou vytvořeny 4 stringy pro střídač INV1.1, 4 stringy pro střídač INV1.2 a 6 stringů pro střídač INV1.3. Jednotlivé stringy budou složeny z 11 až 17 fotovoltaických panelů. V případě výrobny FVE2 budou vytvořeny 2 stringy pro střídač INV2.1, 4 stringy pro střídač INV2.2 a 4 stringy pro střídač 2.3. Jednotlivé stringy budou složeny z 15 až 16 fotovoltaických panelů. Toto stringování je navrženo dle parametrů jednotlivých AC střídačů. Z důvodů technických možností jednotlivých střídačů a parametrů fotovoltaických panelů je možné, že nebude možné připojit všechny plánované panely ke střídačům. Podle prostorového uspořádaní a možností výskytu překážek na střeše (okenní výlezy, technologické komínky, hromosvodná soustava,…) může taky dojít k změně rozložení panelů na střeše a k změně stringování.

Panely budou umístěny na hliníkové konstrukci, která bude ukotvena přímo do střechy a bude kopírovat sklon střechy který je přibližně 26°. Fotovoltaické panely budou ke konstrukci připevněny hliníkovými svorkami určenými pro tuto konstrukci dle požadavků výrobce konstrukce. Samotná nosná konstrukce fotovoltaických panelů bude ke střeše přichycena hliníkovými háky do trámu střechy podle požadavků výrobce konstrukce.

Takto vyrobená energie bude sloužit přímo pro spotřeby objektu. Případné vyrobené drobné přebytky elektrické energie budou dodány do distribuční sítě.

Ze stávajících rozvaděčů RH pro jednotlivá OM budou vyvedeny napájecí kabely pro vyvedení výkonu výrobny do příslušných rozvaděčů RAC, které budou umístěny v technické místnosti příslušných OM. V případě nestability sítě nebo jejímu výpadku dojde k odepnutí stykačů v rozvaděčích RAC přes signál HDO z distribuční sítě. Použité síťové střídače pro fotovoltaické výrobny neumožňují ostrovní provoz.

Rozvaděč RAC1 bude určen pro ovládání FVE1 a napojení elektrárny na elektroinstalaci budovy (OM1). Bude umístěn na stěně technické místnosti v 1.PP v částí spojovacího krčku v západní části budovy. Rozvaděč RAC1 bude spojen kabelem s rozvaděčem RH, který je umístěn taky v 1.PP v části spojovacího krčku poblíž technické místnosti. V rozvaděči RAC1 bude doplněno oddělovací místo, původně tvořené stykačem KM01, o ovládací stykače KM02 a KM03. Oddělovací místo bude sloužit pro rozpojení AC části obvodu od stávající elektroinstalace objektu v případě vypnutí systému nouzovým STOP tlačítkem nebo povelem HDO z distribuční sítě.

Rozvaděč RAC1 bude propojen s nově doplněnými síťovými střídači INV1.2 a INV1.3, které převádí stejnosměrný proud a napětí na střídavé, a jsou vhodné pro distribuční síť. Střídače budou umístěny na stěně technické místnosti vedle rozvaděče RAC1 a ostatní technologii umístěnými v technické místnosti v rámci první etapy. Rozpadovým místem FVE1 budou střídače, ve kterých jsou integrovány síťové ochrany. Střídače budou spojeny s fotovoltaickými panely na střeše objektu přes rozvaděče RDC1.1 (z první etapy), RDC1.2 a RDC1.3 ve kterých budou instalovány pojistkové odpojovače pro rozpojení s pojistkami sloužícími pro jištění DC části obvodu a svodiče přepětí pro jednotlivé stringy. Nově instalovány rozvaděče RDC1.2 a RDC1.3 budou umístěny v technické místnosti při ostatní technologii FVE, která byla instalována v rámci první etapy výstavby.

Rozvaděč RAC2 bude určen pro ovládání FVE2 a napojení elektrárny na elektroinstalaci budovy (OM2). Bude umístěn na stěně technické místnosti v 1.PP v částí spojovacího krčku ve východní části budovy. Rozvaděč RAC2 bude spojen kabelem s rozvaděčem RH, který je umístěn taky v 1.PP v části spojovacího krčku poblíž technické místnosti. V rozvaděči RAC2 bude doplněno oddělovací místo, původně tvořené stykačem KM01, o ovládací stykače KM02 a KM03. Oddělovací místo bude sloužit pro rozpojení AC části obvodu od stávající elektroinstalace objektu v případě vypnutí systému nouzovým STOP tlačítkem nebo povelem HDO z distribuční sítě.

Rozvaděč RAC2 bude propojen s nově doplněnými síťovými střídači INV2.2 a INV2.3, které převádí stejnosměrný proud a napětí na střídavé, a jsou vhodné pro distribuční síť. Střídače budou umístěny na stěně technické místnosti vedle rozvaděče RAC2 a ostatní technologii umístěnými v technické místnosti v rámci první etapy. Rozpadovým místem FVE2 budou střídače, ve kterých jsou integrovány síťové ochrany. Střídače budou spojeny s fotovoltaickými panely na střeše objektu přes rozvaděče RDC2.1 (z první etapy), RDC2.2 a RDC2.3 ve kterých budou instalovány pojistkové odpojovače pro rozpojení s pojistkami sloužícími pro jištění DC části obvodu a svodiče přepětí pro jednotlivé stringy. Nově instalovány rozvaděče RDC2.2 a RDC2.3 budou umístěny v technické místnosti při ostatní technologii FVE, která byla instalována v rámci první etapy výstavby.

Z důvodu nemožnosti uchycení technologie na střeše budovy, nepřístupnosti na střechu a z důvodu nevhodnosti prostředí v půdních prostorech (prašné a neodvětrávané prostředí) bylo zvoleno umístění technologie FVE v technických místnostech v 1.PP budovy.

Ovládání elektráren bude automatické. Pro provoz elektráren bude nutné zajistit potřebné parametry napětí sítě dle podmínek připojení do sítě. Elektrárny není možno provozovat bez distribuční sítě, avšak energie vyrobená zde nesmí být dodávána do sítě. Jsou možné krátkodobé výkonové přetoky do sítě díky použité technologii. Odpojení elektráren bude možné pomocí samostatných STOP tlačítek pro každou výrobnu, které budou umístěné v technických místnostech.

Střídače detekují výpadek distribuční sítě a automaticky odpojí FVE v oddělovacím místě v příslušném rozvaděči RAC, dokud se napětí nevrátí do stanovených mezí. Po návratu sítě je nastaven časový zámek 5 minut a obnovení funkce FVE. Proudové omezení působí na oddělovací místo FVE. Při napětí mimo meze se invertory sami odpojují a připojují k síti. Připojení je blokované časovým zámkem 5 minut nastaveným v invertorech.

Při sepnutí signálu HDO dochází k odpojení pouze FVE, nikoli celého odběrného místa. Při úplném výpadku sítě dojde ke ztrátě ovládacího napětí, a tedy k odpojení FVE zapůsobením síťových ochran, které jsou integrovány ve střídačích. Po návratu sítě je nastaven časový zámek 20 minut pro připojení.

V okamžiku obnovení distribuční sítě dojde k sepnutí stykačů a připojení FVE k síti. Při obnově síťového napětí je návrat na síť bez beznapěťové pauzy.

## Monitoring

Sledovat parametry zařízení, aktuální hodnoty napětí a proudu bude možné na displeji střídače. Celkovou vyrobenou energii lze odečítat na elektroměru jenž bude osazen v příslušném rozvaděči RAC. Vzdálený dohled umožňuje webový server výrobce zařízení po provedení registrace.

## Uzemnění a EMC

Bude využito stávajícího uzemnění objektu. Doplňkové pospojování RAC není požadováno. Uzemnění rozvaděčů RDC bude provedeno kabelem 6mm2 a bude připojeno k jímací soustavě. Bude použito svorek z pocínované mědi. Hliníkové nosné konstrukce fotovoltaických panelů budou pospojovány na hlavní ochranní pospojení objektu měděným vodičem s minimálním průřezem 16 mm2 nebo hliníkovým vodičem s minimálním průřezem 25 mm2 podle ČSN EN 62305-3 ed.2.

## Ochrana proti přepětí

Bude řešena systémem přepěťových ochran a uzemnění. V rozvaděčích RAC je navržena AC kombinovaná přepěťová ochrana I.+II. stupně a invertory jsou od výrobce vybaveny AC přepěťovou ochranou II. stupně. V DC rozvaděčích RDC bude instalována DC přepěťová ochrana I.+II. stupně do 1050VDC.

## Ochrana před bleskem

Bude využito stávající ochrany objektu proti blesku. Bude použito instalace ochrany proti atmosférickému přepětí objektu.

Hliníkové nosné konstrukce pro FV panely splňují podmínky pro náhodné jímače dle požadavků   
ČSN EN 62305-1 ed.2. Vzhledem k přepokládanému nedodržení minimální ochranný vzdálenosti od jímací soustavy objektu budou nosné konstrukce fotovoltaických panelu a ocelové kabelové žlaby pospojovány s hlavním ochranným pospojením objektu podle ČSN EN 62305-3 ed.2.

## Vlivy prostředí

Protokol s vnějšími vlivy není pro projektovou dokumentaci k dispozici. Vnější vlivy jsou stanoveny na základě zkušeností projektanta z obdobných projektů.

Pro prostory zařízení FVE jsou všechny prostory bez nebezpečí výbuchu.

* Vnitřní prostory pro rozvaděč RFVE, invertory a baterie

AA5, AB5

Ostatní vnější vlivy jsou považovány za normální nebo bez dodatečných požadavků na elektrická zařízení z hlediska úrazu elektrickým proudem.

* Venkovní prostory – střechy s FV panely, rozvaděče RDC

AA7 (přechodně/krátkodobě), AB8 (přechodně/krátkodobě), AD3 (krátkodobě), AE3, AN3, AQ3, AR3, AS3

Ostatní vnější vlivy jsou považovány bez výskytu nebo bez speciálních požadavků na elektrická zařízení.

Pro AA7, AB8 – práce na elektrickém zařízení je dovolena pouze za podmínek v 5.2.

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

Uvedené třídy vnějších vlivů je třeba před uvedením zařízení do provozu ověřit. Změní-li se charakter místností nebo prostor, musí být překontrolováno, zda elektrická zařízení změněným podmínkám vyhovují.

## Vztah instalace k životnímu prostředí

Navržené elektrické rozvody a zařízení žádným způsobem nebudou narušovat ani zhoršovat životní prostředí.

Uživatel bude povinen zajistit ekologickou likvidaci zařízení po skončení jeho životnosti.

## Kabely a kabelové trasy

Kabelové trasy jednotlivých stringů budou na střechách vedeny pod fotovoltaickými panely a budou svedeny do společných kabelových tras pro jednotlivé odběrná místa. Kabelová trasa od panelů bude vedená v pozinkovaném ocelovém kabelovém žlabu rozměru 50x50 mm. Přibližně v místě stávajícího technického kanálu objektu budou kabelové trasy svedeny v kabelovém žlabu po fasádě z vnitřní strany dvoru dolu až do úrovně 1.PP, kde se budou nacházet kabelové prostupy do budovy. V budově budou kabelové trasy pokračovat v stávajících kabelových žlabech nebo lávkách. V případě, že nebude možné využit stávající žlaby/lávky, budou v budově umístěny kabelové žlaby pro potřeby vedení kabelové trasy technologie FVE. Trasy technologie FVE budou vedeny až k prostupům do technických místností pro jednotlivá OM. Vyvedení prostupů bude v technických místnostech OM a kabelové trasy budou v technických místnostech vedeny v kabelových žlabech nebo v kabelových nástěnných lištách k technologii FVE.

Z technologie FVE budou kabelové trasy vedeny v kabelovém žlabu nebo v kabelové nástěnné liště do rozvaděčů RAC. Z rozvaděčů RAC bude vyveden kabel v kabelovém žlabu nebo kabelové nástěnné lište a přes průraz ve stěně bude vyveden do rozvaděče RH příslušného odběrného místa.

Konkrétní typy kabelů řeší výkresová část dokumentace a seznam kabelů.

# Popis použitých zařízení

## Fotovoltaické panely

Pro realizaci budou použity kvalitní monokrystalické panely. Fotovoltaické panely jsou vyrobené na bázi skla a křemíku a slouží k výrobě elektrické energie. FV panely zapojeny do série vytváří vždy jeden string. Jednotlivé stringy jsou zapojeny do DC rozvaděče instalované v technické místnosti OM. V DC rozvaděči bude osazena přepěťová ochrana třídy I.+ II. dle ČSN EN 62305-1 ed.2. Propojení panelů a odvody k rozvaděči pro DC stranu je provedeno flexibilními solárními vodiči o průřezu 6 mm2 se jmenovitým napětím 1000V DC.

|  |  |
| --- | --- |
| Parametry fotovoltaických panelů Axitec | |
| Typové označení | AC-450MH/144V |
| Výkon | 450 Wp |
| Počet buněk | 144 |
| Jmenovité napětí | 41,39 V |
| Jmenovitý proud | 10,88 A |
| Napětí naprázdno | 50,10 V |
| Účinnost | 20,7 % |
| Váha | 23,8 kg včetně rámu |
| Rozměry | 2094 x 1038 x 35 mm |
| Ostatní parametry viz. oficiální dokumentace výrobce. | |

## Střídač AC/DC – INV

Na stěně technické místnosti budou mezi rozvaděči RAC a RDC umístěny střídače INV1.2 a INV1.3 pro FVE1 a INV2.2 a INV2.3 pro FVE2 k už stávajícím střídačům, které jsou umístěny v technických místnostech dle první etapy výstavby. Pomocí těchto DC/AC síťových střídačů dochází k přeměně stejnosměrného napětí a proudu na střídavé. Jedná se o výkonové DC-AC střídače se sinusovým výstupním napětím. Provoz FVE bude jištěn pomocí jedné samostatné jednotky s třífázovým výstupem.

Ve střídačích je nastaveno autonomní řízení jalového výkonu, přizpůsobení činného výkonu, dynamická podpora sítě a snížení činného výkonu při nadfrekvenci P(f) podle následujících pravidel vyplývajících z připojovacích podmínek distribuční soustavy (PPDS – Příloha č.4):

* **Řízení jalového výkonu Q(U)** podle následující charakteristiky s těmito konkrétními body:
  + X1 = 0,94; X2 = 0,97; X3 = 1,05; X4 = 1,08;
  + doporučená časová konstanta 5 s.



Obrázek Charakteristika funkce Q(U)

* **Přizpůsobení činného výkonu P(U)** podle následující charakteristiky s těmito konkrétními body:
  + U1/Un = 109 %; U2/Un = 110 %; U3/Un = 111 %;
  + Doporučená časová konstanta 5 s.



Obrázek Charakteristika funkce P(U)

* Dynamická podpora sítě střídačem podle standardní křivky pro překlenutí krátkých výpadků sítě (Low voltage ride through – LVRT):



Obrázek Schopnost překlenutí poruchy pro výrobny se střídačem na výstupu

* Snížení činného výkonu při nadfrekvencí P(f) s gradientem 40 %/Hz při frekvenci 50,2 Hz. Pro frekvenci 47,5-50,2 Hz nedojde k žádnému omezení. Pro frekvenci 52 Hz bude střídač odpojen v důsledku činnosti nadfrekvenční ochrany.

Snížení výkonu je dáno následující rovnicí:

Kde *Pm* je okamžitý dostupný výkon, *fs* je frekvence sítě.

Pro OM1 (FVE1) budou v rámci druhé etapy použité střídače SolaX X3-30K-TL s výstupním výkonem 30 kW a SolaX X3-50K-TL s výstupním výkonem 50 kW. Technické parametry střídače jsou uvedený v Tabulkách 3 a 4. Pro OM2 (FVE2) budou v rámci druhé etapy použité střídače SolaX X3-30K-TL s výstupním výkonem 30 kW. Technické parametry střídače jsou uvedeny v Tabulce 3. Střídače je možné na DC straně přetěžovat.

Technické parametry střídačů pro první etapu výstavby:

|  |  |
| --- | --- |
|  | **SolaX X3-20K-TL** |
| **Účinnost** | 97,7 % |
| **Max. DC proud** | 2x25 A |
| **Vstupní  DC napětí** | 1000 V |
| **Připojení sítě** | 3NPE/230/400 VAC |
| **Frekvence** | 50/60 Hz |
| **Frekvenční rozsah** | 45-65 Hz |
| **Nominální AC výstupní výkon** | 20 000 W |
| **Krytí** | IP65 |
| **Váha** | 37 kg |
| **Rozměry (š x v x h)** | 555x446x270 mm |

Tabulka : Tabulka technických parametrů střídače SolaX X3-20K-TL.

|  |  |
| --- | --- |
|  | **SolaX X3-12.0P** |
| **Účinnost** | 97,8 % |
| **Max. DC proud** | 2x12 A |
| **Vstupní  DC napětí** | 1000 V |
| **Připojení sítě** | 3NPE/230/400 VAC |
| **Frekvence** | 50/60 Hz |
| **Frekvenční rozsah** | 45-65 Hz |
| **Nominální AC výstupní výkon** | 12 000 W |
| **Krytí** | IP65 |
| **Váha** | 32 kg |
| **Rozměry (š x v x h)** | 534x419x179 mm |

Tabulka : Tabulka technických parametrů střídače SolaX X3-12.0P.

Technické parametry střídačů pro druhou etapu výstavby:

|  |  |
| --- | --- |
|  | **SolaX X3-30K-TL** |
| **Účinnost** | 97,7 % |
| **Max. DC proud** | 2x37,5 A |
| **Vstupní  DC napětí** | 1000 V |
| **Připojení sítě** | 3NPE/230/400 VAC |
| **Frekvence** | 50/60 Hz |
| **Frekvenční rozsah** | 45-65 Hz |
| **Nominální AC výstupní výkon** | 30 000 W |
| **Krytí** | IP65 |
| **Váha** | 40 kg |
| **Rozměry (š x v x h)** | 555x446x270 mm |

Tabulka 3: Tabulka technických parametrů střídače SolaX X3-30K-TL.

|  |  |
| --- | --- |
|  | **SolaX X3-50K-TL** |
| **Účinnost** | 98 % |
| **Max. DC proud** | 110(33/33/22/22) A |
| **Vstupní  DC napětí** | 1100 V |
| **Připojení sítě** | 3NPE/230/400 VAC |
| **Frekvence** | 50/60 Hz |
| **Frekvenční rozsah** | 45-65 Hz |
| **Nominální AC výstupní výkon** | 50 000 W |
| **Krytí** | IP65 |
| **Váha** | 65 kg |
| **Rozměry (š x v x h)** | 855x555x275 mm |

Tabulka 4: Tabulka technických parametrů střídače SolaX X3-50K-TL.

## Nosná konstrukce pro FVE panely

Fotovoltaické panely budou umístěny na šikmé taškové střeše. Sklon panelů bude kopírovat sklon střechy, přibližně 26°. Na střechu budou instalovány hliníkové profily pro uložení fotovoltaických panelů na střechu. Konstrukce bude do střechy uchycena střešními háky dle požadavků výrobce konstrukce. Použitý hliník je ze speciální slitiny a je tepelně upravený. Umístění konstrukce pro uchycení fotovoltaických panelů na střechu je možné přizpůsobit dle střešní krytiny a rozměrům a orientaci panelům. Otvory vzniklé pro toto upevnění panelů budou zapraveny izolační pěnou.

Provedení instalace fotovoltaických panelů, podpůrné konstrukce a nezbytného technologického zázemí nebude mít vliv na podmínky a dobu trvání záruky na jakost dříve rekonstruovanou střechu objektu ZŠ Jana Babáka. Při realizaci instalace FVE budou dodrženy následující podmínek zhotovitele střechy:

* Poskytovatel záruky bude vyzván k účasti na předání staveniště a ke kontrole povrchu střechy před zahájení prací a k zpětnému převzetí staveniště
* Poskytovateli záruky bude v průběhu montážních prací umožněn vstup na staveniště k průběžné kontrole kvality
* Poskytovatel doporučuje použití montážního systému výrobce K2 systems (k2-systems.com), například systém CrossHook 3S, nebo obdobného systému, který je montován do krovu pod strešní taškou tak, že není narušena ani střešní izolace ani samotná střešní taška
* Transport montážního materiálu na střechy objektu bude realizován pomocí mechanizace (vysokozdvižná plošina apod.)
* Kabelové trasy povedou ve žlabech pod fotovoltaickými panely na povrchu střešních tašek a nebudou procházet střešním pláštěm

Kompletní prohlášení poskytovatele záruky na jakost je součástí tohoto dokumentu jako příloha.

## Rozvaděče RAC

Nástěnné oceloplechové rozvaděče pro nástěnnou montáž budou umístěny na stěně v příslušných technických místností OM vedle střídače. Rozvaděče budou v provedení IP65 o rozměrech 600x500x260 mm. Rozvaděč bude sloužit pro ovládání a monitorování elektrárny. Budou zde umístěny jistící, měřící a ovládací prvky elektrárny. V rozvaděči budou doplněny stykače, které představují rozpadové místo elektrárny. Do rozvaděče bude připojen hlavní přívod elektrické energie ze stávajícího hlavního rozvaděče RH, který je umístěn na chodbě v 1.PP spojovacího krčku v západní části budovy pro odběrné místo výrobny FVE1. Přívodní kabel pro rozvaděč RAC1 bude CYKY-J 4x95+50 mm2. Do rozvaděče RAC1 bude vyveden silový kabel CYKY-J 5x10 mm2 ze střídače INV1.1 z etapy 1, silový kabel CYKY-J 5x16 mm2 ze střídače INV1.2 a silový kabel CYKY-J 5x25 mm2 ze střídače INV1.3 pro vyvedení výkonu z technologie FVE.

Pro každý střídač bude určen samostatný jistič: 32A jistič pro střídač INV1.1, 50A jistič pro střídač INV1.2 a 80A jistič pro střídač INV1.3. Tímto jističům bude předřazený hlavní vypínač rozvaděče RAC1 s hodnotou 160A.

Pro výrobnu FVE2 bude rozvaděč umístěny v technické místnosti v1.PP ve východní části budovy. Přívodní kabel pro rozvaděč RAC2 bude CYKY-J 4x70+35 mm2. Do rozvaděče RAC2 bude vyveden silový kabel CYKY-J 5x6 mm2 ze střídače INV2.1 z etapy 1, silový kabel CYKY-J 5x16 mm2 ze střídačů INV2.2 a INV2.3 pro vyvedení výkonu z technologie FVE.

Pro každý střídač bude určen samostatný jistič: 20A jistič pro střídač INV2.1, 50A jističe pro střídače INV2.2 a INV2.3. Tímto jističům bude předřazený hlavní vypínač rozvaděče RAC2 s hodnotou 125A.

Na dveřích rozvaděče bude umístěno tlačítko nouzového zastavení pro odpojení elektrárny od sítě. Odpojení systému od ostatních rozvodů v objektu bude zabezpečovat kromě nouzového tlačítka také povel HDO (naznačeno ve výkresové dokumentaci).

## Rozvaděč RDC

Rozvaděče RDC budou tvořeny oceloplechovou skříní o rozměrech 400x400x210 mm. Skříň RDC bude umístěna na stěně příslušné technické místnosti OM vedle ostatní technologie FVE a bude v provedení IP65. V rámci druhé etapy budou umístěny rozvaděče RDC1.2, RDC1.3 pro OM1 a rozvaděče RDC2.2, RDC2.3 pro OM2.

Skříň bude vybavena svodiči přepětí pro 1050VDC třídy I.+II, pojistkovými odpojovači s pojistkami 16A gPV a připojovací svorkovnicí. Ve skříni budou propojeny jednotlivé stringy FV panelů na svorky, následně bude proveden propoj kabelem do DC/AC střídačů. Skříň bude propojena zemnícím kabelem pro případ svedení bleskového proudu nebo pro případ vzniku přepětí na FV panelech. Propojení panelů a odvody k rozvaděči RDC bude provedeno flexibilními solárními vodiči H1Z2Z2 o průřezu 6 mm2 se jmenovitým napětím 1000 V DC. Propoj mezi RDC a střídačem bude proveden solárními vodiči H1Z2Z2 o průřezu 6 mm2.

# Bezpečnost práce a ochrana obsluhy a zařízení

## Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím

Živých částí Polohou, dvojitou izolací a krytím dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3

Neživých částí Automatickým odpojením vadné části od zdroje

Použitím nadproudových jistících prvků dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3

Hlavní pospojování Je provedeno dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3. Vzájemně je propojen ochranný vodič, přípojnice PE v rozváděči, rozvod potrubí z vodivých materiálů v budově jako je plyn, voda, ÚT a kovové konstrukční části budovy. Toto propojení je provedeno vodičem CY 16 a je připojeno do stávajícího napájecího rozvaděče.

## Pracovní podmínky

Pracovní podmínky komponent uvedené v technické specifikaci jsou určeny k instalaci a k provozu v prostředí dle ČSN 33 2000-5-51 ed.3 s následujícími podmínkami:

Atmosférické podmínky AB5 Prostory chráněné před atmosférickými vlivy s regulací teploty, kde nejsou překročeny hodnoty:

* Teploty +5 až +40 °C
* Vlhkosti 5 až 85 % (relativní vlhkost)
* Vlhkosti 1 až 25 g/m3 (absolutní vlhkost)
* Výskyt cizích pevných těles AE4 Prašnost nepřesáhne hodnotu 35mg/m2/24hod
* Výskyt koroz. nebo zneč. látek AF1 Zanedbatelné množství korozivních a agresivních látek
* Nadmořská výška AC1 Nadmořská výška do 2000 m nad mořem

## Požadavky na kvalifikaci osob pro obsluhu, opravy a údržbu elektrických zařízení

**Osoby bez elektrotechnické kvalifikace –** (laici, občané) smějí provádět jednoduchou obsluhu el. zařízení s napětím do 1000 V, u nichž nemohou přijít do styku s nekrytými živými částmi s nebezpečným napětím. Mohou za vypnutého stavu provádět udržovací práce, avšak bez rozebírání pomocí nástrojů.

**Seznámení pracovníci** – smějí provádět totéž, co osoby bez el. kvalifikace. Seznámení pracovníků je provedeno dokladem.

**Poučení pracovníci** – mohou provádět jednoduchou obsluhu zařízení všech napětí a samozřejmě i složitou obsluhu jiných zařízení jsou-li s ní seznámeni. Kromě toho smějí pracovat na zařízení do 1000 V bez napětí, a to ve vzdálenosti aspoň 20 cm od nekrytých částí s napětím. Pod dozorem smějí pracovat i v dovolené blízkosti částí s napětím. Mohou měřit zkoušecím zařízením a provádět jednoduché práce.

**Pracovníci znalí** – smějí kromě obsluhy i pracovat na zařízení do 1000 V i pod napětím. Na vypnutém zařízení do nad 1000 V mohou pracovat sami. V blízkosti zařízení pod napětím smějí pracovat s dohledem a na částech pod napětím pod dozorem.

**Pracovníci znalí s vyšší kvalifikací** – (vyhl. č.250/2021 Sb.) smějí vykonávat veškerou obsluhu a práci na el. zařízeních s výjimkou prací zakázaných.

## Bezpečnost práce

Při údržbě zařízení je nutné dodržovat ustanovení v této PD, příslušných norem a pokynů výrobce konkrétního zařízení.

Doporučení:

- osadit protipožárním hasícím přístrojem CO2 nebo práškový, min 3 kg

- osadit bezpečnostní tabulky do tělocvičny: ČSN EN ISO 7010 + změny A1-A5 a dle NV 11/2002, zejména:

* Výstraha – nebezpečí elektřina
* Zákaz výskytu otevřeného ohně

Nehas vodou ani pěnovými přístroji

## Zakázané práce

**Práce pod napětím** – v prostorech těsných a horkých, s korozní agresivitou. Venku za deště, bouřky, mlhy, tmy, vichřice a sněžení.

**Práce v blízkosti částí s napětím** – jestliže jsou neohrazené části s napětím po obou stranách nebo za zády nebo pracuje-li v ohnuté poloze a po napřímení by se mohl přiblížit k částem pod napětím.

# Certifikace, Důležitá upozornění a normy

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 a certifikačními osvědčeními. V souladu se zákonem č. 350/2012 Sb. v platném znění, nesmí bez těchto dokumentů dojít k instalaci těchto výrobků a zařízení. Každá změna této projektové dokumentace plynoucí z nových požadavků odběratele, která se vyskytne i během montáže a která má za následek změny montážních dispozic vůči projektu, musí být samostatně objednána.

Provedení elektroinstalace a použitý materiál odpovídá platným normám ČSN.

# Přílohy

Příloha 1 Prohlášení poskytovatele záruky za jakost