

## **D. DOKUMENTACE OBJEKTŮ A TECHNICKÝCH A TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ**

## ***SO05 Fotovoltaická elektrárna***

Stavba: **FVE VETUNI**

Číslo stavby: 001/10/2022-VUT-18320/FVE

Místo : Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno

Stav. úřad : Brno – Královo Pole

Kraj : Jihomoravský

Odběratel : Veterinární univerzita Brno

Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno

IČ/DIČ: 62157124 / CZ62157124

Kontaktní osoba: Ing. Bc. Radko Bébar

Telefon: 541 562 025

E-mail: kvestor@vfu.cz

Projektant : Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Technická 3082/12, 616 00 Brno

IČ/DIČ: 00216305 / CZ00216305

doc. Ing. Karel Šuhajda, Ph.D.

# SO05 Fotovoltaická elektrárna

## D.2.1.01 TECHNICKÁ ZPRÁVA

### Základní popis akce

Fotovoltaické systémy patří mezi obnovitelné zdroje energie, jejichž instalace umožňuje docílit úsporu elektrické energie a současně umožnit snížení zátěže životního prostředí.

Předmětem projektu je instalace a zapojení fotovoltaických panelů na střechu tělocvičny, která je součástí areálu Veterinární univerzity Brno, instalace kabelových tras stejnosměrné a střídavé části, instalace střídačů, napojení na stávající el. rozvod. systém a uzemnění fotovoltaického systému. Budova má rozměry půdorysu 26 x 62,5 m a výšku 12 m.

Dokumentace neobsahuje statické posouzení stávající konstrukce střechy, tento posudek je zpracován samostatně včetně nutných opatření ze strany investora. Technická dokumentace FVE respektuje závěry uvedené ve statickém posouzení konstrukce objektu (zpracovatel Ing. Martin Libiger).

### Technické údaje

- Napěťová soustava: AC TN-C-S 3 PE-N ~50 Hz, 400 V  
DC 2 – 1000 V
- Celkový instalovaný výkon FVE: 136,8 kWp
- FVE panely: 304 ks panelů, každý 450 Wp,
- Panely jsou upevněny na nosné konstrukci na střeše tělocvičny. Orientace panelů na střeše je 69° V, resp. 249° Z, a to vždy se sklonem 21°.
- Ochrana před nebezpečným dotykem dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 3
- **automatickým odpojením od zdroje**
- **dvojitou izolací**

### Technické údaje FVE rozváděčů:

- |                 |                               |
|-----------------|-------------------------------|
| • rozvaděč R-AC | TN-C-S – 3 PE-N ~50 Hz, 400 V |
| • rozvaděč R-DC | DC 2 – 1000 V                 |

## **Zatřídění dle vnějších vlivů na el. zařízení dle**

- ČSN 33 2000-5-51 ed.3+Z1+Z2

### **Vnitřní prostory:**

#### **Vnější podmínky prostředí**

**AA 4** – EN 60721-3-3 - třída 3K5

-5 °C ÷ +40 °C      normální

**AB 4** – EN 60721-3-3 - třída 3K5

-5 °C ÷ +40 °C      chráněné před

atm. vlivy bez regulace teploty a vlhkosti

**AC 1**

≤ 2000 m n. m.      normální

**AD 1** – EN 60721-3-4 - třída 4Z6

Zanedbatelný výskyt vody (IP X0)

**AE 1** – IEC 721-3-3 - obj.class 3S1

Zanedbatelný výskyt prachu

**AF 1** – IEC 721-3-3 - obj.class 3C1

Zanedbatelný výskyt korozivních nebo  
znečišťujících látek

**AG 1** – IEC 721-3-3 - obj.class 3M1

Mechanické namáhání – mírné

**AH 1** – IEC 721-3-3 - obj.class 3M2

Vibrace – zanedbatelné

**AK 1** – IEC 721-3-3 - obj.class 3B1

Rostlinstvo, plísně – bez nebezpečí

**AL 1** – IEC 721-3-3 - obj.class 3B1

Výskyt živočichů – není vážné nebezpečí

**AM 1**

Zanedbatelný výskyt elektromagnetického,  
elektrostatického pole nebo ionizujícího  
záření

**AN 1** – IEC 721-3-3

Sluneční záření nízké - intenzita < 500 W/m<sup>2</sup>

**AR 1**

Pohyb vzduchu - pomalý < 1 m/s

#### **Využití - 322**

**BA 1**

Nepoučené osoby - laici

nebo osoby, na které odborníci dohlíží

**BC1**

Prostor s nevodivým okolím

**BD1**

Podmínky úniku v případě nebezpečí

– snadné podmínky

**BE 2**

Nebezpečí požáru – obecné nebezpečí

#### **Konstrukce budovy - 323**

**CA 1**

Stavební materiály - nehořlavé

**CB 1**

Konstrukce - zanedbatelné nebezpečí

## **Venkovní prostory:**

### **Vnější podmínky prostředí - 321**

**AA 4** – IEC 721-3-3- obj.class 3K5

**AB 8** – IEC 721-3-3- obj.class 3K3

**AC 1**

**AD 3** – IEC 721-3-400 - obj.class 4Z6

**AE 1** – IEC 721-3-3 - obj.class 3S1

**AF 2** – IEC 721-3-3 - obj.class 3C1

**AG 1** – IEC 721-3-3 - obj.class 3M1

**AH 1** – IEC 721-3-3 - obj.class 3M2

**AK 2** – IEC 721-3-3 - obj.class 4B2

**AL 2** – IEC 721-3-3 - obj.class 3B1

**AM 1**

**AN 1** – IEC 721-3-3

**AP 1**

**AQ 3**

**AR 2**

**AS 2**

### **Využití - 322**

**BA 1**

**BC 1**

**BD 1**

**BE 1**

### **Konstrukce budovy - 323**

**CA 1**

**CB 1**

-5 °C ÷ +40 °C      normální

Venkovní prostory a prostory nechráněné

před vnějšími vlivy, s regulací teploty

< 2000 m n. m.      normální

Vodní tříšť, do 60° od svislice

Zanedbatelný výskyt prachu

Korozivní látky atmosférického původu

Mechanické namáhání – mírné

Vibrace – zanedbatelné

Rostlinstvo, plísň – nebezpečí

Výskyt živočichů – nebezpečí

Zanedbatelný výskyt elektromagnetického,  
elektrostatického pole nebo ionizujícího  
záření

Sluneční záření nízké - intenzita < 500 W/m<sup>2</sup>

Seismické účinky - zanedbatelné

Bouřková činnost - přímé ohrožení

Pohyb vzduchu - střední 1 m/s < v < 5 m/s

Vítr - malý - rychlost 20 m/s < v < 30 m/s

Nepoučené osoby

Prostor s nevodivým okolím

Podmínky úniku v případě nebezpečí

– snadné podmínky

Povaha skladovaných látek z hlediska požáru

– bez významného nebezpečí

Stavební materiály - nehořlavé

Konstrukce - zanedbatelné nebezpečí

### ***Přiřazení vnějších vlivů prostředí prostorům členěným z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem***

~~~~~

- Vnitřní prostory - normální
- Venkovní prostory - zvlášť nebezpečný

## **Ochrana před úrazem elektrickým proudem**

Dle PNE 33 0000-1 ed. 6

Zemnění v síti IT

Pospojování (uvedením na stejný potenciál)

Automatickým odpojením od zdroje – síť TN

Dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3

Ochrana základní - automatickým odpojením od zdroje v síti TN

Ochrana doplňková - doplňujícím ochranným pospojováním (uvedení na stejný potenciál)  
- proudovými chrániči (u zásuvek do 20A)

Ochrana živých částí - izolací

- zábranami nebo krytím

## **Ochrana proti nebezpečnému dotyku**

Základní ochrana elektrického zařízení je dána jejich konstrukčním řešením a uspořádáním a je navržena některou z těchto ochranných opatření: polohou, zábranou, krytím, izolací.

Ochrana při poruše je navržena dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3 a je provedena v silové soustavě 3+N+PE AC 50Hz 400/230V TN-S automatickým odpojením, (popř. zvýšená dvojitá izolace), doplňková ochrana pak ochranným pospojováním a proudovým chráničem.

## **Označení zařízení**

Jednotlivé komponenty zařízení jsou označeny popisem v souladu s příslušnými předpisy a to formou samolepicího štítku, kabelového štítku nebo popisem svorkovnice dle dokumentace. Svorkovnice budou označeny originálním popisem jednotlivých svornic – příslušenství. Pro označení kabelů budou použity zavírací kabelové štítky.

## **Požární řešení**

Před realizací bude provedeno posouzení požární bezpečnosti a přílohou této dokumentace bude požárně bezpečnostní řešení, které zpracovala odborná osoba.

## **Technický popis**

### **• Fotovoltaické panely**

Na střeše objektu je osazeno 304 kusů monokrystalických panelů o jmenovitém výkonu 450 Wp. Celkový výkon na střeše objektu SO05 (jízďárny) je 136,8 kWp. Panely jsou upevněny na nosné konstrukci. Orientace panelů na střeše je 68° na V, resp. 248° na Z, a to vždy se sklonem 25°. Panely budou řazeny celkem do 22 stringů (větví) podle následujícího klíče: do 10 stringů po 10 panelech a do 12 stringů po 17 panelech. Zapojení je provedeno pomocí připojovacích konektorů „MC4“.

Panely jsou vybaveny funkcí optimalizace, vzdáleného monitoringu jednotlivých panelů a funkcí bezpečného vypnutí napětí panelu (do úrovně panelu).

DC část končí v šesti střídačích, každý o výkonu 20 kW, které jsou umístěny na stěně vně objektu v nově vybudovaném přístřešku – viz výkres č. D.2.1.08.

Rozmístění panelů na střeše je znázorněno na výkresu č. D.2.1.06.

- **Propojovací vedení DC**

K propojení fotovoltaických panelů jsou použity jednožilové solární kabely o průřezu 6 mm<sup>2</sup>. Propojení mezi jednotlivými panely je uloženo na podpěrné konstrukci. Tento typ vedení je použit od panelů do DC rozváděče.

DC kabely jsou vedeny po střeše v kabelových žlabech a po stěně budovy vedeny v kabelových kanálech.

- **Stejnoseměrný rozvaděč R-DC1 až R-DC6**

Rozvaděče slouží k připojení jednotlivých větví fotovoltaického systému. Výkres rozváděčů R-DC1 a R-DC2 je v D.2.1.03. Výkres rozváděčů R-DC3 až R-DC6 je v D.2.1.04.

Na vstupu každé z větví (stringů) je osazen dvoupólový odpínač DC 1000V s pojistkovou vložkou DC 1000V/16 A gR . Dále je zde připojen svodič přepětí DC 1000 VDC.

- **6x střídač 20 kW (vzdálený monitoring)**

Zařízení převádí stejnosměrný proud vytvořený fotovoltaickými panely na střídavý proud.

Střídače zajišťují požadavky distributora a splňuje podmínky PPDS - provádí kontrolu napětí sítě, frekvence a izolačního odporu, zajišťuje funkce P(U), Q(U). Provoz zařízení je plně automatický a nevyžaduje obsluhu, provozní stavy jsou indikovány displejem. Systém umožňuje vzdálený monitoring přímým přístupem i přístupem přes portál. Střídač podporuje protokol MODBUS/TCP.

Střídače pracují v režimu Master/Slave a jsou zároveň zaintegrovány do jednotného monitoringu celé FVE. Střídače a veškeré zařízení jsou instalována vně objektu SO05 v nově vybudovaném přístřešku.

- **Střídavý rozvaděč R-AC**

Rozvaděč slouží k napojení fotovoltaického zdroje na el. instalaci. Na vstupu každého střídače je umístěn jistič 32A/B/3p. Dále budou v rozváděči umístěny svodiče přepětí, jednofázové a třífázové jističe pro napájení pomocné technologie.

Bude zde také umístěna energetická (síťová) ochrana, viz nastavení níže. Tato ochrana bude ovládat stykače KM01 – KM06, sloužící jako „Rozpadové místo el. sítě“. V rozváděči R-AC je také umístěn stykač KA01, který slouží jako odpojení CENTRALSTOP.

Zapojení rozváděče je zřejmé z jednopólového schématu zapojení - výkres č. D.2.1.02. a z výkresu AC rozváděče D.2.1.05.

- **Propojovací vedení AC**

Jako propojovací vedení budou sloužit kabely CYKY-J 5x6 o průřezu 6 mm<sup>2</sup>, a to mezi střídači a rozvaděčem R-AC, které budou uloženy v kabelových žlabech. Dále bude použit kabel CYKY-J 4x95 o průřezu 95 mm<sup>2</sup>, a to mezi rozvaděčem R-AC a nn rozvaděčem trafostanice umístěným dle dostupné pasportizace areálu VETUNI v objektu č. 7 dle výkresové

dokumentace. Kabelové vedení mezi rozvaděčem R-AC a nn rozvaděčem trafostanice bude vedeno v chráničce DN110 uložené ve výkopu.

### **Zemnění**

Na nově zbudovanou uzemňovací soustavu bude prostřednictvím drátu FeZn 10 připojena hlavní svorkovnice PE v rozvaděči R-AC. Z této svorkovnice dále bude vyvedeno uzemnění vodičem **CYA 16 o průřezu 16 mm<sup>2</sup>** do nově instalovaných rozváděčů R-AC a R-DC1 až R-DC6. Dále bude z této svorkovnice provedeno pospojování střídačů INV1 – INV6, a to kabelem **CYA 16 o průřezu 16 mm<sup>2</sup>**.

### **Ochranné pospojování a doplňující pospojování dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3**

Je provedeno doplňující pospojování dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3 a ČSN 33 2000-5-54 ed.3. To se týká všech vodivých neživých částí a cizích částí, které lze při dotyku překlenout. Jedná se o tělesa kovových konstrukcí, žebříků, potrubí, apod. Rozvodnice hlavního pospojování EPS je připojena k hlavní svorkovnici PE.

Do tzv. hlavního pospojování EPS jsou připojeny následující vodivé části:

- ochranný vodič
- uzemňovací přívod
- vodivé potrubní rozvody
- kovové konstrukce

### **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 (přípustné meze rušivých vlivů, které jsou stanoveny v podnikových normách energetiky - řada PNE 333430).

Není-li ve smlouvě s distributorem stanoveno jinak, energetické ochrany se nastaví podle následující tabulky.



## Nastavení dvoustupňové ochrany

|                   |          | NASTAVENÍ PRO VYPNUTÍ | ZPOŽDĚNÍ (s) |
|-------------------|----------|-----------------------|--------------|
| NADPĚTÍ 3. STUPEŇ | $U \ggg$ | $1,2 U_n$             | 0,1          |
| NADPĚTÍ 2. STUPEŇ | $U \gg$  | $1,15 U_n$            | 5            |
| NADPĚTÍ 1. STUPEŇ | $U >$    | $1,11 U_n$            | 0            |
| PODPĚTÍ 1. STUPEŇ | $U <$    | $0,7 U_n$             | 2,7          |
| PODPĚTÍ 2. STUPEŇ | $U \ll$  | $0,3 U_n (0,45 U_n)$  | 0,2          |
| NADFREKVENCE      | $f >$    | 51,5 Hz               | 0,1          |
| PODFREKVENCE      | $f <$    | 47,5 Hz               | 0,1          |
| SMĚR Q A U <      |          | $0,85 U_n$            | 0,5          |

### **Dynamická podpora sítě**

Dynamickou podporou sítě se rozumí udržování napětí při poklesech napětí v síti vvn a zvn, zamezující nežádoucímu odpojení výkonů napájejících sítě nn, vn a rozpadu sítě.

Proto se musí i výrobny v sítích nn, vn a 110 kV podílet na dynamické podpoře sítě. To znamená, že musí být technicky schopné zůstat připojené i při poruchách v síti, při kterých dochází k poklesům napětí. To se týká všech druhů zkratů (jedno-, dvou-, i třífázových). U výroben připojených do sítí nn se hodnotí nejmenší fázové napětí, a pokud není střední vodič, pak nejmenší sdružené napětí. U výroben v sítích vn a 110 kV se hodnotí nejmenší sdružené napětí.

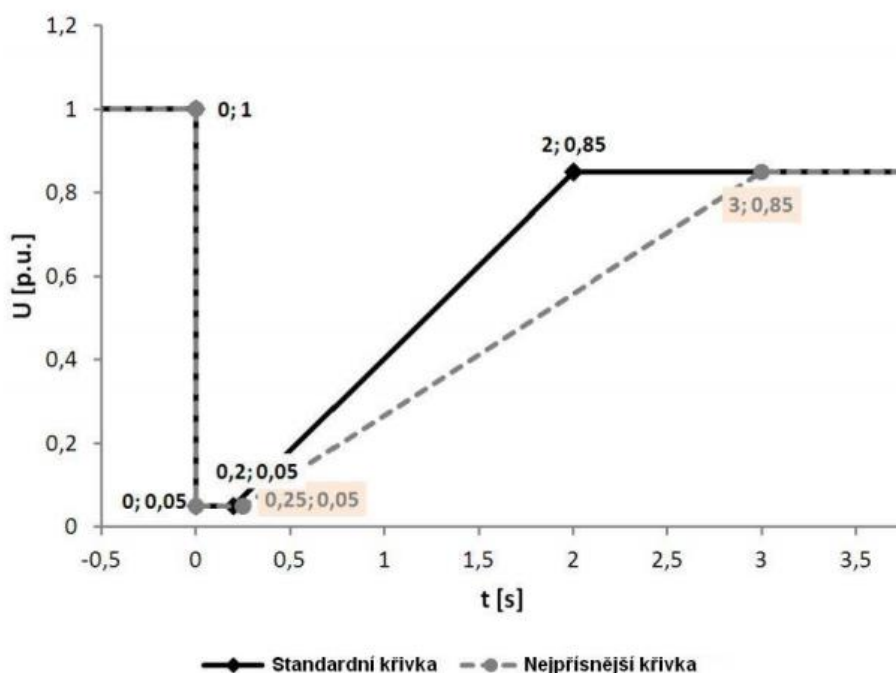
- **Překlenutí poruchy při krátkodobém nadpětí (HVRT)**

Výrobní moduly musí být schopny zůstat připojeny, pokud napětí na vývodech nepřekročí horní mez rozsahu napětí pro trvalý provoz až do úrovně 120% dohodnutého napětí po dobu 0,1 sekundy, a 115% deklarovaného napětí po dobu 5 sekund.

U sítí nízkého napětí musí být vyhodnoceno nejvyšší fázové napětí, nebo tam kde není dostupné fázové nejvyšší sdružené napětí, zatímco u sítí vysokého napětí a 110 kV musí být vyhodnoceno nejvyšší sdružené napětí.

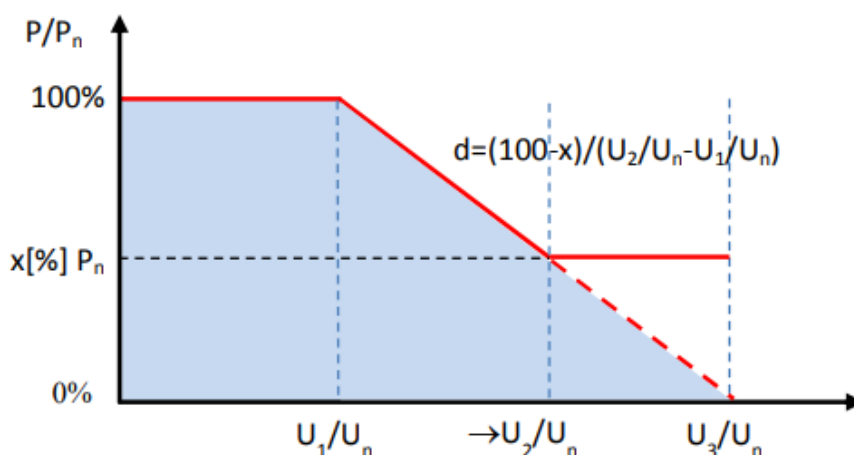
Jde-li o připojení do sítě s OZ, pak k odpojení musí dojít v průběhu beznapěťové přestávky. PDS stanoví, které výrobny se podle jejich předpokládaných technických možností musí podílet na dynamické podpoře sítě. To se děje zadáním nastavení pro rozpadovou síťovou ochranu.

- Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí (Low voltage ride through - LVRT)



### **Snížení činného výkonu závislé na napětí – funkce $P(U)$**

Všechny výrobní připojené pomocí střídače s výkonem do 16A na fázi včetně a dále všechny výrobní s výkonem nad 16A na fázi připojené do DS na hladině nn budou vybaveny generátory s funkcí pro řízení napětí činným výkonem dle norem ČSN EN 50549-1 a ČSN EN 50549-2. Konkrétní hodnoty funkce  $P(U)$ , znázorněné na obr. stanoví podle síťových podmínek PDS, ev. studie připojitelnosti.



### **CENTRALSTOP**

Bude umístěn z vnější strany rozvaděče R-AC umístěného v místnosti v přístavku objektu SO05. Po aktivaci tlačítka CENTRALSTOP dojde k vypnutí střídačů a k vypnutí FV panelů na střeše objektu.

## **Všeobecně**

Při práci na el. zařízeních musí být dodržena příslušná ustanovení předpisů a norem v dosud platném rozsahu.

## **Seznam souvisejících norem**

Instalace a výstavba se bude řídit platnými normami ČSN a to především:

- ČSN 33 2000-7-712 ed. 2 - **Elektrické instalace nízkého napětí** – Část 7-712: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Fotovoltaické (PV) systémy,
- ČSN 33 2000-6 ed. 2 + A1 + Z1 + O1 + Z2 - **Elektrické instalace nízkého napětí** – Část 6: Revize,
- ČSN EN 61215-1 – **Zemské fotovoltaické (PV) moduly - Posouzení způsobilosti konstrukce a schválení typu** – Část 1: Požadavky na zkoušení,
- ČSN EN 61215-1-1 - **Zemské fotovoltaické (PV) moduly - Posouzení způsobilosti konstrukce a schválení typu** – Část 1-1: Zvláštní požadavky na zkoušení fotovoltaických (PV) modulů z krystalického křemíku,
- ČSN EN 61215-2 + O1 – O3 - **Zemské fotovoltaické (PV) moduly - Posouzení způsobilosti konstrukce a schválení typu** – Část 2: Zkušební postupy,
- ČSN EN 61439–1 ed. 2 + O1 + Z1 - **Rozvaděče nízkého napětí** – Část 1: Všeobecná ustanovení,
- ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 + Z1 + Z2 - **Elektrické instalace nízkého napětí** - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem,
- ČSN 73 0804 + Z1 – Z4 - **Požární bezpečnost staveb** – Výrobní objekty,
- ČSN EN 62446-1 + A1 - **Fotovoltaické (PV) systémy – Požadavky na zkoušení, dokumentaci a údržbu** – Část 1: Systémy spojené s rozvodnou sítí – Dokumentace, zkoušky při uvádění do provozu a kontrola,
- ČSN 33 2000-1 ed. 2 + Z1 + O1 – **Elektrické instalace nízkého napětí** – Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice,
- ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 – **Elektrické instalace nízkého napětí** – Část 4-43: Bezpečnost - Ochrana před nadproudy,
- ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 + Z1 – **Elektrické instalace nízkého napětí** – Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení – Elektrická vedení,
- ČSN 33 2000-5-51 ed. 3 + Z1 + O1 + Z2 – **Elektrické instalace nízkého napětí** – Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy,
- ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 + Z1 + O1 – **Elektrické instalace nízkého napětí** – Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče,

- ČSN 33 2130 ed. 3 + Z1 – **Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody**,
- ČSN 33 3320 ed. 2 + Z1 – **Elektrotechnické předpisy – Elektrické přípojky**,
- ČSN EN 62305-1 ed. 2 + O1 – **Ochrana před bleskem** – Část 1: Obecné principy,
- ČSN EN 62305-2 ed. 2 – **Ochrana před bleskem** – Část 2: Řízení rizika,
- ČSN EN 62305-3 ed. 2 + Z1 – **Ochrana před bleskem** – Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života,
- ČSN EN 62305-4 ed. 2 + O1 – **Ochrana před bleskem** – Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách,
- ČSN EN 50110-1 ed. 3 – **Obsluha a práce na elektrických zařízeních** – Část 1: Obecné požadavky,
- ČSN 73 6133 – **Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací**,
- ČSN 73 6005 – **Prostorové uspořádání vedení technického vybavení**,
- ČSN ISO 3864-1 – **Grafické značky** – Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky – Část 1: Zásady navrhování bezpečnostních značek a bezpečnostního značení,
- ČSN 38 1754 – **Dimenzování el. zařízení podle účinku zkratových proudů**.

## **Závěr**

Projekt byl vypracován dle Technického zadání investorem stavby z hlediska maximální hospodárnosti a platných předpisů a norem. Situace je zakreslena na výkrese C. 1, resp. C.3.1, přičemž podrobnosti jsou patrné z příloh.

V případě, že dojde ke změně technického řešení nebo materiálů mimo rozsah tohoto projektu, je povinností zhotovitele toto konzultovat s projektantem.

## Výkresová část SO05

|                                                  |
|--------------------------------------------------|
| Jednopolové schéma zapojení – D.2.1.02           |
| Zapojení rozvaděče R-DC1 a R-DC2 – D.2.1.03      |
| Zapojení rozvaděče R-DC3 až R-DC6 – D.2.1.04     |
| Zapojení rozvaděče R-AC – D.2.1.05               |
| Rozvržení FV panelů na střeše objektu – D.2.1.06 |
| Řez nosnou konstrukcí – D.2.1.07                 |
| Umístění technologie – D.2.1.08                  |
| Vzorový řez výkopem – D.2.1.09                   |