

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

## **SO45 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.

# SO45 Fotovoltaická elektrárna

## D.2.8.01 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 pavilonu hygieny a technologie mléka, 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 15 x 77 m a výšku 12,75 m.

Dokumentace neobsahuje statické posouzení stávající konstrukce střechy.

### Technické údaje

- Napěťová soustava: AC TN-C-S 3 PE-N ~50 Hz, 400 V  
DC 2 – 1000 V
- Celkový instalovaný výkon FVE: 39,36 kWp
- FVE panely: 96 ks panelů, každý 410 Wp,
  - Panely jsou upevněny na nosné konstrukci na střeše pavilonu hygieny a technologie mléka. Orientace panelů na střeše je 68° V, resp. 248° Z, a to vždy se sklonem 10°.
- 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 ochran: 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 96 kusů monokrystalických panelů o jmenovitém výkonu 410 Wp. Celkový výkon na střeše objektu SO45 (pavilon farmacie II) je 39,36 kWp.

Panely jsou upevněny na nosné konstrukci (na stojanech) s dodatečnou zátěží na střeše objektu SO45. Orientace panelů na střeše je 68° na V, resp. 248° na Z, a to vždy se sklonem 10°. Panely budou řazeny celkem do 6 stringů (větví): 2 stringy po 17 panelech, 2 stringy po 16 panelech a 2 stringy po 15 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 ve třech střídačích, každý o výkonu 12,5 kW, které jsou umístěny uvnitř objektu SO45 v místnosti č. 407 v samostatné PO.

Rozmístění panelů na střeše je znázorněno na výkresu č. D.2.8.06.

- **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-DC**

Rozvaděč slouží k připojení jednotlivých větví fotovoltaického systému. Výkres rozváděče R-DC je v D.2.8.03.

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.

- **3x střídač 12,5 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 uvnitř objektu SO45.

- **Střídavý rozvaděč R-AC**

Rozvaděč slouží k napojení fotovoltaického zdroje na el. instalaci. Na vstupu každého střídače je umístěn jistič 20A/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 – KM03, 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.2.8.02. a z výkresu AC rozváděče D.2.8.04.

- **Propojovací vedení AC**

Jako propojovací vedení budou sloužit kabely CYKY-J 5x6 mm<sup>2</sup>, a to mezi střídači a rozvaděčem R-AC, které budou uloženy v kabelových žlabech. Dále bude použit kabel

CYKY-J 5x16 mm<sup>2</sup>, a to mezi rozvaděčem R-AC a příslušným nn rozvaděčem objektu SO45. Kabelové vedení mezi rozvaděčem R-AC a nn rozvaděčem bude vedeno v kabelovém žlabu.

### **Zemnění**

Na stávající uzemňovací soustavu bude prostřednictvím vodiče CYA 16 o průřezu 16 mm<sup>2</sup> 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 rozvaděčů R-AC a R-DC. Dále bude z této svorkovnice provedeno pospojování střídačů INV1 – INV3, 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 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 výroby 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.

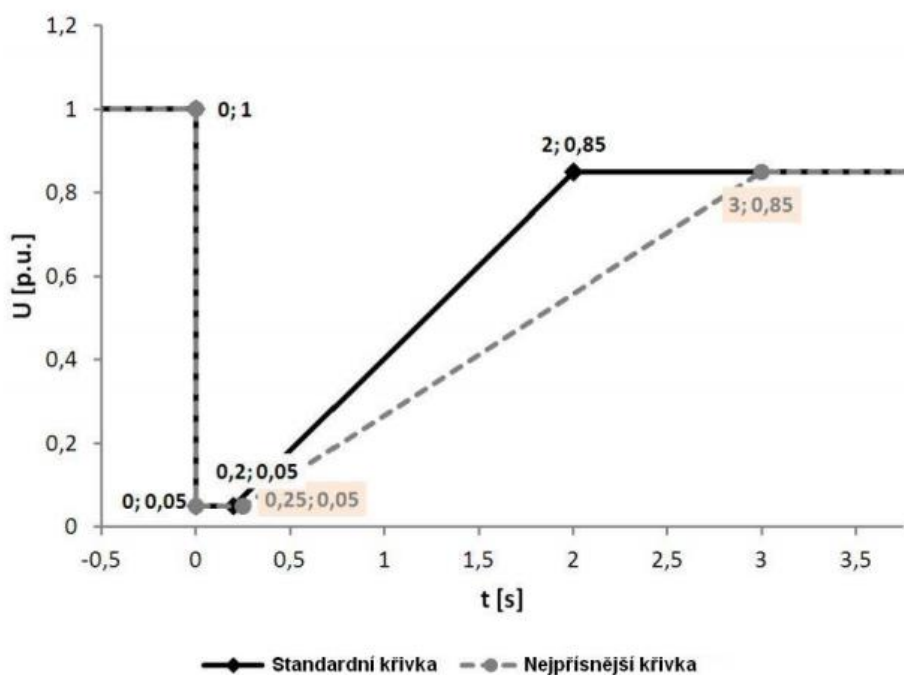
- **Překlenutí poruchy při krátkodobém nadpětí (HVRT)**

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.

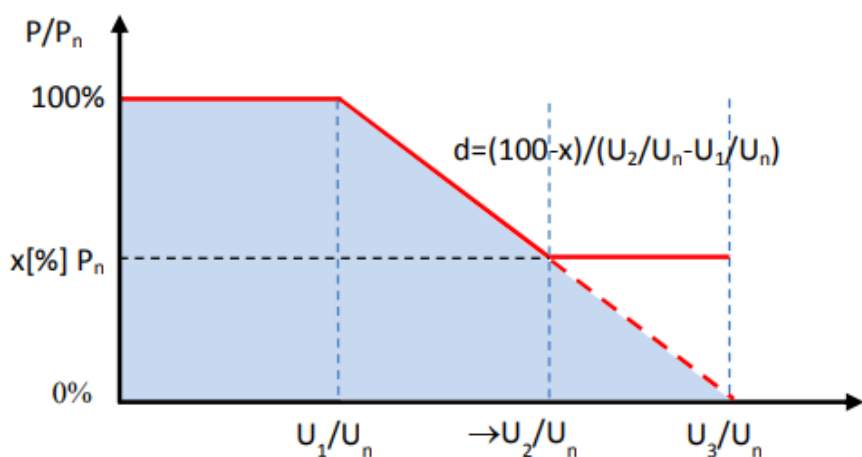
Jde-li o připojení do sítě s OZ, pak k odpojení musí dojít v průběhu beznapěťové přestávky. PDS stanoví, které výroby se podle jejich předpokládaných technických možností musí podílet na dynamické podpoře sítě. To se děje zadáním nastavení pro rozpadovou síťovou ochranu.

- 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 č 47 objektu SO45. 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.3.4, 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 SO45

Jednopolové schéma zapojení – D.2.8.02
Zapojení rozvaděče R-DC - D.2.8.03
Zapojení rozvaděče R-AC – D.2.8.04
Rozvržení FV panelů na střeše objektu/umístění technologie – D.2.8.05
Řez nosnou konstrukcí – D.2.8.06