

D. DOKUMENTACE OBJEKTŮ A TECHNICKÝCH A TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ

SO04 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.

SO04 Fotovoltaická elektrárna

D.2.9.01 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 kliniky chorob přežvýkavců a prasat, 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. Dotčená část budovy má půdorys do tvaru písmene L s největšími rozměry 33,5 x 57 m a výšku 8,1 m, resp. 11,6 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: 40,18 kWp
- FVE panely: 98 ks panelů, každý 410 Wp,
 - Panely jsou upevněny na nosné konstrukci na střeše kliniky chorob přežvýkavců a prasat. Orientace panelů na střeše je 68° V, resp. 247° 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-DC1 – R-DC3 | 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/m²

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/m²

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 98 kusů monokrystalických panelů o jmenovitém výkonu 410 Wp. Celkový výkon na střeše objektu SO04 (klinika chorob přežvýkavců a prasat) je 40,18 kWp.

Panely jsou upevněny na nosné konstrukci (na stojanech) s dodatečnou zátěží na jednotlivých střechách objektu SO04. Orientace panelů na střechách je 68° na V, resp. 247° na Z, a to vždy se sklonem 10°. Panely budou řazeny celkem do 6 stringů (větví), přičemž 4 stringy budou obsahovat každý 13 ks panelů a 2 stringy každý 23 ks panelů. 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 3 střídačích o výkonech 2x 10 kW a 1x 20 kW. Střídače jsou umístěny na jednotlivých střechách objektu SO04 – viz výkres č. D.2.9.05.

Rozmístění panelů na střechách je znázorněno na výkresu č. D.2.9.05.

- **Propojovací vedení DC**

K propojení fotovoltaických panelů jsou použity jednožilové solární kabely o průřezu 6 mm². 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.

- **Stejnoseměrný rozvaděč R-DC1 až R-DC3**

Rozvaděče slouží k připojení jednotlivých větví fotovoltaického systému. Výkres rozváděče R-DC1 až R-DC3 je v D.2.9.03.

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.

- **1x střídač 20 kW (vzdálený monitoring)**

Zařízení převádí stejnosměrný proud vytvořený fotovoltaickými panely na střídavý proud.

Střídač zajišťuje 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.

Střídač dokáže pracovat v režimu Master/Slave a je zároveň zaintegrován do jednotného monitoringu celé FVE. Střídač stejně jako R-DC1 rozvaděč je instalován na střeše objektu SO04.

- **2x střídač 10 kW (vzdálený monitoring)**

Zařízení převádí stejnosměrný proud vytvořený fotovoltaickými panely na střídavý proud.

Střídač zajišťuje 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.

Střídač dokáže pracovat v režimu Master/Slave a je zároveň zaintegrován do jednotného monitoringu celé FVE. Střídače stejně jako R-DC2 a R-DC3 rozvaděče jsou instalovány na střechách objektu SO04.

- **Střídavý rozvaděč R-AC**

Rozvaděč slouží k napojení fotovoltaického zdroje na el. instalaci. Na vstupu střídače INV1 je umístěn jistič 32A/B/3p, na vstupech střídačů INV2 a INV3 jsou umístěny jističe o hodnotě 16A/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 stykač 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.2.9.02 a z výkresu AC rozváděče D.2.9.04.

R-AC bude umístěn uvnitř objektu SO04, konkrétně v místnosti 3.02 – strojovna vzduchotechniky a napojen do nn rozvaděče.

- **Propojovací vedení AC**

Propojovací vedení mezi střídačem INV1 a rozvaděčem R-AC bude tvořit kabel CYKY-J 5x6 o průřezu 6 mm², který bude uložen v kabelovém žlabu, a dále prostupem sveden chráničkou do patřičných prostor (strojovny vzduchotechniky) objektu SO04.

Jako propojovací vedení bude sloužit kabel CYKY-J 5x4 o průřezu 4 mm² a to mezi střídačem INV2 a INV3 a rozvaděčem R-AC, který bude uložen v kabelovém žlabu, a dále prostupem sveden chráničkou do patřičných prostor (strojovny vzduchotechniky) objektu SO04. Dále bude použit kabel CYKY-J 5x16 o průřezu 16 mm², a to mezi rozvaděčem R-AC a nn rozvaděčem objektu SO04.

Zemnění

Na stávající uzemňovací soustavu bude prostřednictvím vodiče CYA 16 o průřezu 16 mm² připojena hlavní svorkovnice PE v rozvaděči R-AC. Z této svorkovnice dále bude vyvedeno uzemnění vodičem **CYA 16 o průřezu 16 mm²** do nově instalovaných rozváděčů R-DC1 až R-DC3. Dále bude z této svorkovnice provedeno pospojování střídačů INV1 až INV3, a to kabelem **CYA 16 o průřezu 16 mm²**.

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.

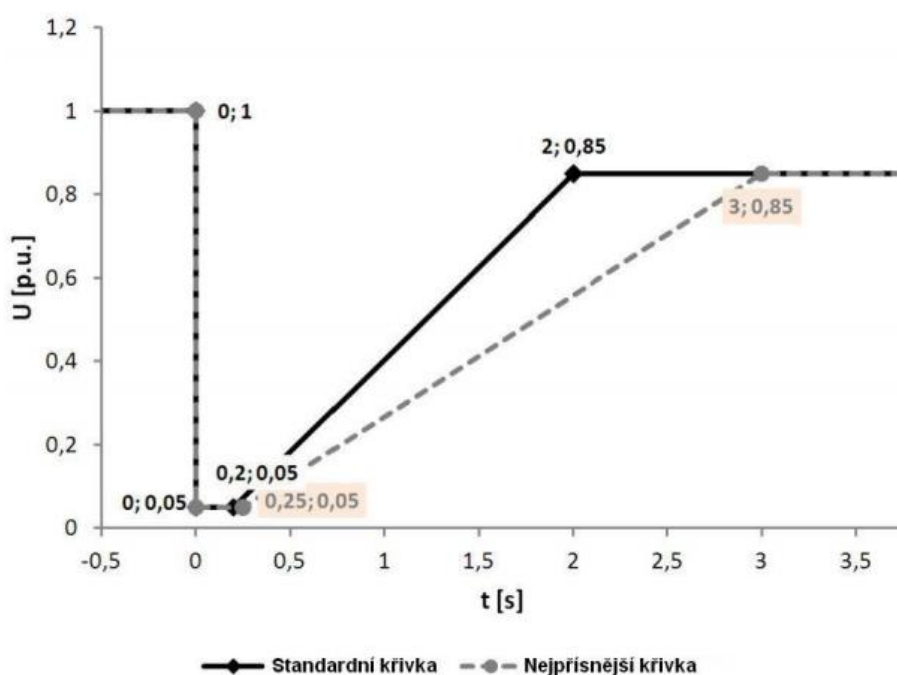
- **Překlenutí poruchy při krátkodobém nadpětí (HVRT)**

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.

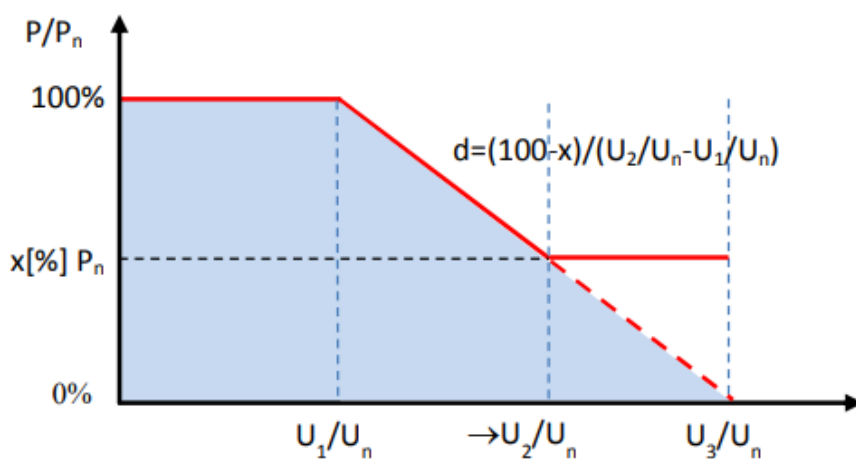
Jde-li o připojení do sítě s OZ, pak k odpojení musí dojít v průběhu beznapěťové přestávky. PDS stanoví, které výroby se podle jejich předpokládaných technických možností musí podílet na dynamické podpoře sítě. To se děje zadáním nastavení pro rozpadovou síťovou ochranu.

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



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

Všechny výroby připojené pomocí střídače s výkonem do 16A na fázi včetně a dále všechny výroby 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 na viditelném a dobře přístupném místě v prostorách objektu SO04 spolu s rozváděčem R-AC. Po aktivaci tlačítka CENTRALSTOP dojde k vypnutí střídače 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.3.9, 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 SO04

Jednopolové schéma zapojení – D.2.9.02
Zapojení rozvaděče R-DC1 až R-DC3 - D.2.9.03
Zapojení rozvaděče R-AC – D.2.9.04
Rozvržení FV panelů na střeše objektu/umístění technologie – D.2.9.05
Řez nosnou konstrukcí – D.2.9.06