

Centrum Energetických a Environmentálních Technologí – Explorer (CEETe)

Projektová dokumentace pro provádění stavby

PS 02.11.2 – DCS - PMS

Technická zpráva

Archivní číslo:	20-026-5 / 02.11.2 - 01
Zhotovitel:	CHVÁLEK ATELIÉR s.r.o. Kafkova 1064/12, 702 00 Ostrava - Moravská Ostrava
Hlavní projektant:	Ing. Martin Ciešlar
Projektant:	Ing. Martin Ciešlar
Vypracoval:	Lukáš Prokop
Stavebník:	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava - Poruba
Datum:	05 / 2021

Obsah:

- D.1 PŘEDMĚT PROJEKTU
- D.2 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ
- D.3 ZÁVĚR

D.1 PŘEDMĚT PROJEKTU

Předmětem této části projektové dokumentace je dokumentace pro energetické hospodářství včetně návrhu a výroby zařízení, pro připojení bateriového uložení k rozvodu elektrické energie budovy CEETe.

Zařízení se bude skládat z rozváděčového systému nízkého napětí umístěného v místnosti č. 109, dále ES, sloužícímu pro připojení hlavní rozvodny RH k bateriovému uložení. Provozní soubor také obsahuje zařízení sloužícímu k napájení pomocných obvodů zařízení v místnosti č. 109 a k zálohovanému napájení DCS systému budovy CEETe.

Součástí tohoto provozního souboru jsou také potřebné kabelové rozvody a kabelové trasy pro propojení rozvaděčů s jednotlivými spotřebiči a instrumentací, včetně 1-fázových a 3-fázových zásuvek dle požadavků daného provozního souboru.

D.2 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

D2.1 Připojení bateriového uložení včetně PMS systému:

Rozvaděč ES bude sloužit pro připojení uložení baterií (viz provozní soubor PS 02.11.1-01) do hlavní NN rozvodny RH (viz stavební objekt SO 01.1.62.2) přes oddělovací NN/NN transformátor, umístěný také v místnosti č. 109.

ES bude sloužit jako zdroj energie pro celou budovu CEETe (sít' TN-S 3x400/230 V AC, 50 Hz) nebo jako spotřebič elektrické energie (nabíjení baterií).

Požadavky na bezpečnost technického řešení:

Navržené technické řešení musí být v souladu s PBŘ. Zařízení musí splňovat všechny technické a bezpečnostní normy ČSN (ČSN EN). V rámci požárně bezpečnostního řešení budou v budově CEETe instalována tlačítka CENTRAL STOP a TOTAL STOP.

Po stisknutí tlačítka CENTRAL STOP musí systém PMS:

- Odpojit všechny spotřebiče a zdroje elektrické energie od rozvodny RH
- Odpojit rozvaděč ES od rozvodny RH
- Informovat systém BMS o odpojení ES měniče z důvodu aktivace CENTRAL STOP tlačítka
- Odpojit budovu CEETe od LDS

Po aktivaci TOTAL STOP tlačítka musí systém PMS:

- Odpojit rozvaděč ES od rozvodny RH
- Informovat systém BMS o odpojení ES měniče z důvodu aktivace TOTAL STOP tlačítka
- V rámci BMS dojde k rozpadu bateriového uložení na malé bloky s maximálním napětím do 50 V DC (v gesci BMS, provozní soubor PS 02.11.1)

Rozvaděč ES bude obsahovat tlačítko ES STOP, které po aktivaci v první fázi odpojí ES rozvaděč od rozvodny RH a následně dává povel do BMS pro odpojení rozvaděče ES od bateriového uložení.

Bateriové uložení bude obsahovat lokální BATTERY CENTRAL STOP a lokální BATTERY TOTAL STOP tlačítka. BATTERY CENTRAL STOP tlačítko bude odpojovat bateriové uložení od rozvodny RH (povel dává PMS). BATTERY TOTAL STOP tlačítko způsobí totéž odpojení a následně rozpad na malé bloky s napětím do 50 V DC. Podrobněji popsáno v PS 02.11.1-01.

Funkční požadavky na PMS

PMS řídí toky výkonů jednotlivých zdrojů elektrické energie a jednotlivých spotřebičů CEETe (Specifikace spotřebičů odpovídá rozdělení spotřebičů podle jednotlivých jističů v RH) v závislosti na zvoleném operačním módu a nastavení.

Funkční požadavky na systém PMS (z anglického Power Management System) pro řízení energetických toků budovy umístěného v místnosti č. 109:

- **Vzdálené ovládání vypínačů zdrojů a spotřebičů:** Rozvodna RH musí umožňovat dálkově řízené zapnutí a vypnutí jednotlivých přívodů. Maximální čas odezvy 100ms.
- **Monitoring výkonů připojených zdrojů a spotřebičů:** Rozvodna RH musí obsahovat měření P , Q , S , $\cos\varphi$ jednotlivých přívodů.
- **Ostrovní režim / výpadek zdroje:** Bateriové uložení musí sloužit jako záložní zdroj v případě výpadku LDS. V případě, že výkon bateriového uložení nemůže plně nahradit výpadek LDS, PMS musí redukovat/vypnout spotřebiče (dle jednotlivých jisticích prvků v RH) pro zabránění úplného blackoutu.
- V případě, kdy se baterie v době výpadku nabíjí, přechod do ostrovního režimu by měl být preferovaně bez beznapěťové pauzy, nicméně je povolena (do 1s). Spotřebiče mohou být v tomto případě odpojeny (Případně snížena jejich spotřeba) a obnoven jejich provoz až po změně režimu (nabíjení/vybíjení).
- **Regulace frekvence a napětí:** PMS musí být schopen regulace napětí a frekvence v ostrovním provozu dle ČSN EN 50160 ve všech provozních režimech.
- **Přechod mezi režimy připojení Sítě – Ostrovní provoz – Sít'**: PMS musí řízeným procesem zajistit odpojení od LDS a synchronní připojení ostrovního provozu CEETe znovu na LDS.
- **Výkonová rezerva pro stabilitu sítě:** V případě potřeby bude výkonová rezerva dodávána z bateriového uložení, tak aby nedošlo k vypnutí hlavního přívodu z důvodu přetížení.
- **Kompensace jalového výkonu:** PMS musí být schopen zajistit požadovaný $\cos\varphi$ v místě připojení CEETe k LDS v rozmezí daném dle ČSN EN 50160 (0,95 ind. až 0,98 cap).
- **Vyhlašování dodávek obnovitelných zdrojů a/nebo zátěží:** Plynulé řízení bilance výkonu celé budovy dle nastaveného provozního režimu.
- **Řízení špičkového zatížení:** V ostrovním režimu bude PMS řídit/redukovat spotřebiče (jištěné z modulární části RH) z důvodu zamezení přetížení zdrojů budovy.
- **Start ze tmy:** Budova CEETe je odpojena jak od LDS, tak od všech vlastních zdrojů CEETe, přičemž UPS mají stále dostatečný výkon pro napájení pomocných obvodů. V případě blackoutu, PMS odpojí všechny spotřebiče a zdroje a zajistí buď automatickou obnovu původního stavu nebo pouze podmínky pro manuální obnovu spotřeby CEETe budovy. (dle nastavení aktuálního provozního stavu).
- **Balancování výkonu zdrojů budovy:** V případě potřeby bude PMS regulovat dodávku výkonu tak, aby byl zajištěn nastavený provozní režim CEETe. (např. minimální nebo maximální požadovaný přetok z budovy do LDS).
- **Chránění bateriového uložení proti nežádoucím stavům:** Provedeno na základě komunikace s BMS, viz kapitola PS 02.11.1.
- **Plánované využití energie:** V případě naddodávky výkonu zdrojů budovy, bude tato ukládána do bateriového uložení a bude možno ji využít v předem plánovaném čase.

Výše popsané požadavky zajistí zařízení specifikované v podkapitolách níže.

Specifikace zařízení

Dodávka bude obsahovat:

1. Zařízení ES
2. Prohlášení o shodě CE
3. Analýzu rizik
4. Výkresovou dokumentaci
5. Návod k použití, údržbě atd.

Zařízení ES musí splňovat požadavky na PMS popsány výše a mělo by obsahovat: (uchazeč předloží svůj návrh tak, aby splňoval funkcionalitu a parametry popsány níže):

1. Rozvaděč (modul) pro připojení baterie
2. Rozvaděč (modul) pro výkonový frekvenční měnič
3. Rozvaděč (modul) řídicího a monitorovacího systému správy distribuce elektrické energie (PMS)
4. Oddělovací transformátor NN/NN

Základní parametry rozvaděče ES

Jmenovité izolační napětí:	1000 V
Napětí meziobvodu: napětíového rozsahu bateriového úložiště (PS 02.11.1-01)	cca 570-820 V DC přesná specifikace dle
Jmenovitý proud:	cca 400 A AC
Stupeň krytí:	IP22 nebo vyšší
Připojení veškeré kabeláže:	shora
Provedení:	volně stojící
Rozměry:	maximálně 2000 x 1000 x 2200 (d x h x v)
Barva:	RAL 7035 nebo obdobná
Zkratová odolnost na DC straně (Peak):	minimálně 120 kA

Parametry bateriového úložiště viz. provozní soubor PS 02.11.1-01.

Rozvaděč (modul) pro připojení bateriového úložiště

Návrh přípojníc musí odpovídat parametrům bateriového úložiště viz. PS 02.11.1-01. Rozvaděč bude obsahovat jištění (pojistky) a další zařízení potřebné k připojení baterie a frekvenčního měniče bateriového úložiště.

Rozvaděč (modul) pro frekvenční měnič

Frekvenční měnič bateriového úložiště je určen k ovládání toku výkonu z/do bateriového úložiště. Frekvenční měnič bateriového úložiště bude schopen regulace napětí, frekvenci, kompenzaci jalové energie a bude přispívat ke zlepšení celkového harmonického zkreslení napětí sítě budovy CEETe.

Měnič bude řídit připojení (synchronizaci) bateriového úložiště do rozvodny RH a připojení (synchronizaci) k LDS.

Měnič musí obsahovat technické vybavení pro měření hodnot potřebných pro synchronizaci do RH a do LDS. Hodnoty proudu měří mezi transformátorem a RH, hodnoty napětí pro synchronizaci do RH na výstupu z transformátoru a hodnoty napětí v RH.

Měnič bude napřímo ovládat synchronizační jistič mezi transformátorem a rozvodnou RH a jistič mezi LDS a rozvodnou RH (není součástí dodávky).

Základní parametry pro frekvenční měnič

Jmenovité napětí měniče:	cca 400 V ($U_1 = 400$ V AC, $U_2 = 570-820$ V DC – doporučený interval, rozsah U_2 musí odpovídat pracovního rozsahu bateriového úložiště)
Požadovaný zkratový proud (přetížení):	min. 600 A AC po dobu 5 s
Dva digitální výstupy na ovládání jističů:	24 V DC, min 200 mA
Obsah THD:	do 3%.

Rozvaděč (modul) pro správu distribuce el. energie (PMS)

PMS Software je implementován v samostatném PLC který komunikuje s RH, jednotlivými zdroji a spotřebiči a s ES rozvaděčem - automatizačním oddílem. Je nutné zajistit ovládání zdrojů a jejich výstupních parametrů (napětí).

Požadavky na PLC:

- Podpora tzv. vzdálených distribuovaných V/V (vstupu/výstupů), karty musí podporovat obvyklé průmyslové standardy pro jednotlivá el. rozhraní dle typu signálu: DI, DO - 24VDC, 230VAC; AI, AO, - 4-20mA, 0-10V, 2/3-vodičové zapojení;
- počet zpracovávaných signálů cca 500.
- podpora komunikace s ES rozvaděčem a ostatními zdroji ~ 100 ms
- podpora FieldBus komunikačních protokolů pro průmyslovou aplikaci normalizovaných dle standardu IEC61158. Sítě typu fieldbus jsou určeny pro řízení a sledování procesů v reálném čase s důrazem na odolnost proti rušení. Sběrnice typu fieldbus slouží k připojení senzorů a akčních členů ke kontroléru. Sběrnice fieldbus také umožňují redundantní zapojení komunikace přes průmyslové protokoly (Profibus, Modbus TCP/IP, RTU, Profinet, IEC61850 a jiné).
- Procesní řídicí aplikace naprogramovaná a kód vykonávaný v PLC bude dle standardu PLC programovacích jazyků IEC 61131-3.

Výbava rozváděče:

- Hlavní vypínače/jističe
- HMI panel
- Napájení redundantní - 2x 230 V spotřebičů o celkovém maximálním výkonu cca 2 kW
- Napájení 1x 230 V zásuvky
- Interní zdroje 24 V DC (PLC, V/V a komunikační karty)
- Lokální průmyslový PLC (bude řídit ES technologii)
- Komunikační karta se standardním průmyslovým protokolem pro napojení do nadřazeného systému
- Zprostředkování cca 40 DI (Digital input)
- Zprostředkování cca 24 DO (Digital output)
- Zprostředkování cca 8 AI (analog input)
- Zprostředkování cca 8 AO (analog output)
- Zprostředkování cca 8 RTD (Resistance Temperature Detector)
- Příslušenství (svorkovnice, tlačítka, nouzové tlačítko, vnitřní světlo, interní kabeláž atd.)

Požadavky na řídicí systém

- Naprogramování mimiky ovládání a monitoringu ovládaných technologií
- Naprogramování lokálního průmyslového PLC pro řízení celého procesu PMS
- Alokace I/O, konfigurace Events, Alarms atd.
- Tvorba HMI lokálního panelu ES pro lokální monitoring a ovládání
- Tvorba komunikačního rozhraní pro integraci s ostatními systémy

Požadované rozhraní ovládacího panelu PMS

Rozhraní musí zahrnovat zobrazení připojených technologií a jejich základních měřených veličin, zvolený mód operace PMS, stavy vypínačů atd.

Oddělovací transformátor NN/NN

Transformátor bude napojen do rozvodny RH, umístěný ve stejné místnosti, a do rozváděče ES, kde je umístěn měnič pro napájení bateriového uložště. Na stejný vývod z rozvodny RH bude také napojen LC filtr pro umožnění kompenzace jalové výkonu a pro omezení harmonického zkreslení napětí v rámci CEETe.

Transformátor bude sloužit jako měnič napětí, při zachování frekvence. Dále jako galvanické oddělení od ostrovní sítě a pro přeměnu sítě TN na IT.

Požadavky na transformátor

- typově testované zařízení dle IEC/ČSN
- vzduchem chlazený, suchý typ
- stínění mezi vinutími
- navržen pro frekvenční měnič
- integrovaný LC filtr (dle frekvenčního měniče)
- integrované měření proudu
- globálně dostupný servis
- průmyslové užití
- kompaktní řešení – teplotní třída H
- snadná údržba
- dlouhá životnost
- PT100 pro monitoring teploty
- Možnost připojení silových kabelů shora

Základní parametry oddělovacího transformátoru NN/NN

Jmenovitý Výkon:	cca 290 kV·A
Jmenovité Napětí (primární/sekundární):	cca 400 V/400 V
Jmenovitý proud (primární/sekundární):	cca 400 – 700 A/ 416 A

Jmenovitá frekvence:	50Hz
Třída zátěže:	S1
Impedance: cca	5-6%
Prostředí / Klimatické / Požární třída	E2 - C2 - F1
Norma:	IEC 60076-11
Teplota okolí:	max 40°C
Metoda chlazení:	AN
Účinnost:	minimálně 98%
Izolační třída:	AC3
Stupeň krytí:	IP23 nebo obdobný
Připojení veškeré kabeláže:	shora
Provedení:	volně stojící, odnímatelné železné panely pro servis
Rozměry:	maximálně 1500 x 1400 x 2100 (d x h x v), servisní prostory již zahrnuté v maximálních rozměrech
Barva:	RAL 7035 nebo obdobná
Přídavné požadavky:	Stínění mezi vinutími, samostatný box pro pomocné měření (6xPT100 v primárním vinutí, 3x proudový transformátor v sekundárním vinutí), LC filtr pro měnič

Specifikace komunikačního rozhraní

PMS bude komunikovat (Komunikace má být prostřednictvím průmyslového protokolu dle standardu IEC61158):

- s řídicím systémem bateriového uložení BMS: Přijímání informací z BMS o stavu baterií, ovládání spínacích prvků BMS, zasílání nouzových statusů. Komunikace preferovaně Modbus TCP/IP
- s hlavní NN rozvodnou RH: Přijímání statusů jednotlivých přívodů/vývodů a měření přívodů, ovládání spínacích prvků. Komunikace preferovaně Modbus TCP/IP
- s DCS systémem CEETe budovy: Integrace PMS do DCS je součástí Stavby. Preferovaně má být PLC PMS nativního charakteru s DCS pro maximální snížení časové odezvy a jednodušší integrace PMS do DCS.
- s měničem rozvaděče ES, komunikace dle detailního návrhu obsaženého v nabídce uchazeče této VZ.

Požadavkem na komunikaci s výše uvedenými zařízeními je čas obnovy maximálně 200ms.

D2.2 Rozvaděče pro energetické hospodářství:

OBEČNÝ POPIS – Rozvaděče a UPS

Tento popis obsahuje technické požadavky pro návrh a výrobu oceloplechových skříňových rozvaděčů, umístěných v místnosti č. 109 v 1.NP. Současně tato kapitola obsahuje záložní zdroj energie UPS pro zálohování celého DCS systému včetně velínu.

Rozvaděče budou určeny jak pro napájení vlastní spotřeby všech zařízení v místnostech č. 109, 110 a 113, ale také pro integraci a vizualizaci lokálních řídicích systému různých technologií. Popis všech integrovaných řídicích systémů včetně např. MaR budovy CEETe do nadřazeného systému DCS je uveden v provozním souboru PS 02.10.1. Rozvaděče budou také zajišťovat distribuci UPS záložní energie k jednotlivým operátorským stanicím, kontrolerům a V/V kartám umístěných v rozvaděčích jednotlivých laboratoří.

Skříňové rozvaděče pro technologická zařízení budou napájeny z hlavní rozvodny nízkého napětí RH umístěné v 1.NP v místnosti č. 109. viz. PS 02.11.2 Blokové schéma napájení objektu CEETe

Obecně v rámci objektu CEETe slouží rozvaděče pro:

- Napájení a spínání technologických zařízení, tedy 3-fázová silová část
- Napájení a spínání 1-fázových spotřebičů a instrumentace
- Napájení 24VDC
- Řízení daných technologických procesů za pomoci průmyslového PLC
- Sběr dat z instrumentace

Skříňové rozvaděče mohou být určeny jen pro jednu z výše definovaných funkcionalit především pro technologické celky velkých rozsahů (samostatná skříň pro napájení a spínání technologických zařízení a samostatná skříň pro např. řízení daných technologických procesů). Možné je také začlenění několika výše popsaných funkcionalit do jednoho rozvaděče a to především v případě menších technologických celků, méně výkonově náročných s menším počtem instrumentace pro ovládání a sběr dat. V tomto případě bude prostor rozvaděčů dělen na sekce dedikované pro jednotlivé funkcionality (jedna skříň pro napájení, řízení a měření).

Přes možnost kombinace jednotlivých funkcionalit do jednoho rozvaděče je dodržen jednotný koncept návrhu napříč všemi laboratořemi a jednotný vzhled všech rozvaděčů.

Základní parametry skříňových rozvaděčů

Počet rozvaděčů a jeho vybavení bude upřesněn na základě konkrétního technického řešení uchazeče - návrhu konkrétní technologie v době přípravy prováděcí/dílenské dokumentace projektu. Současný návrh počítá s použitím dvou skříňových rozvaděčů se základními parametry:

Typ prázdné skříně:	Samovolně stojící
Přístup:	jednostranný zepředu
Přívod veškeré kabeláže:	shora
Velikost:	d x h x v - 800 x 800 x 2200 mm nebo obdobná
Barva:	RAL 7035 nebo obdobná
IP ochrana:	minimálně IP40
Tloušťka stěny:	cca 1.5 mm
Napájecí napětí:	400 V, 50 Hz TN-C
Generované napětí:	230 V 50 Hz TN-S a 24 V DC
Prostorová rezerva:	cca 15%

Výbava rozvaděče:

Rozvaděč pro napájení vlastní spotřeby a distribuce UPS:

Rozvaděč zajišťuje funkcionalitu viz. níže:

- Napájení cca 2x 400 V spotřebičů o maximálním výkonu cca 2 kW
- Napájení cca 15x 230 V spotřebičů o maximálním výkonu 1 kW
- Napájení cca 15x 400 V spotřebičů o maximálním výkonu 500 kW
- Napájení cca 2x 230 V zásuvek
- Vnitřní osvětlení (aktivováno otevřením dveří)

Ve výše uvedených položkách je již zahrnuta plánovaná rezerva.

Rozvaděč pro integraci a vizualizaci lokálních řídicích systémů a MaR budovy CEETe do nadřazeného systému DCS

Rozvaděč zajišťuje funkcionalitu viz. níže:

- Napájení 24 V DC (PLC, V/V a komunikační karty)
- Průmyslový PLC pro integraci a vizualizaci lokálních ŘS a MaR budovy.
- Gateway rozhraní standardním průmyslovým protokolem pro připojení MaR CEETe budovy do průmyslového PLC
- Zprostředkování cca 128 DI (Digital input)
- Zprostředkování cca 64 DO (Digital output)
- Zprostředkování cca 48 AI (analog input)
- Zprostředkování cca 16 AO (analog output)

- Vnitřní osvětlení (aktivováno otevřením dveří)

Ve výše uvedených položkách je již zahrnuta plánovaná rezerva.

Průmyslový PLC má být nativního charakteru s technologií DCS, která je součástí provozního souboru PS 02.10.1.

Ostatní zařízení:

Rozváděče výše popsané budou navíc obsahovat 2x ethernet switch – min počet RJ45 portů každého switche je 8 (slouží pro koncentraci komunikace z lokálních řídicích systémů.

Součástí tohoto provozního souboru je také dodávka dvou routerů, které budou oddělovat technologickou síť (Control network) od univerzitní sítě a budou směřovat veškerou komunikaci technologické sítě do DCS systému, instalovaného v univerzitním cloudu.

UPS rozváděč:

UPS rozváděč bude umístěn v místnosti č. 109 v 1.NP a bude zajišťovat nepřerušenu dodávku elektrické energie pro Velín a pro celý DCS systém. Napájen bude ze skříňového rozvaděče pro vlastní spotřebu umístěného v místnosti č. 109. 1.NP.

Parametry UPS rozváděče budou upřesněny v době přípravy instalační dokumentace projektu. Současný návrh projektu zahrnuje požadavky investora a je specifikován níže.

Typ:	Modulární
Umístění baterií:	v jednom kabinetu s výkonovými moduly
Napětí:	400 V
Výkon:	cca 12 kW
Účinnost:	cca 96%
Celkové THD zkreslení:	< cca 2%
Doba zálohy:	minimum 30 min

D2.3 Silnoproudé a slaboproudé kabelové rozvody:

V tomto provozním souboru se počítá s návrhem a dodáním kabelů a kabelových tras pro:

- Pomocné a UPS zálohované napájení zařízení v rámci tohoto provozního souboru
- Pomocné a UPS zálohované napájení NN rozvodny RH a bateriového uložení
- UPS zálohované napájení DCS systému (operátorské stanice, PLC a V/V karty)
- Slaboproudá kabelové rozvody v rámci tohoto provozního souboru

Pro představu komplexnosti UPS zálohovaného napájení DCS systému jsou níže uvedené lokality, kde bude třeba UPS napájení DCS systému potřebné (počty PLC a IO skříní se mohou měnit dle finálního návrhu uchazeče):

- m.č. 115 – hlavní operátorské pracoviště a operátorské pracoviště správce DCS systému, tzv. inženýrské
- m.č. 121 - 5x skříňový rozvaděč s PLC a V/V kartami, 2x operátorské pracoviště
- m.č. 122 - 1x skříňový rozvaděč s V/V kartami, 1x operátorské pracoviště
- m.č. 123 - 1x skříňový rozvaděč s V/V kartami, 1x operátorské pracoviště
- m.č. 208 - 2x skříňový rozvaděč s V/V kartami,
- m.č. 209 - 1x skříňový rozvaděč s PLC a V/V kartami, 1x operátorské stanoviště
- m.č. 211 - 1x skříňový rozvaděč s V/V kartami

Elektrické rozvody budou provedeny celoplastovými kabely s Cu jádry, uloženými na drátěných kabelových lávkách. Sdělovací (signálové) kabely budou opatřené stíněním a budou ukládány odděleně od silových a ovládacích kabelů. Kabelové přívody vedené po podlaze budou chráněny před mechanickým poškozením a zabezpečeny z hlediska minimalizace vzniku úrazu obsluhy. Kabelové lávky budou dodány v provedení, odolávající danému prostředí. Kabelové trasy, které

prostupují stavebními konstrukcemi v místě dělení požárních úseků, musí být po montáži utěsněny požární přepážkou. Uložení kabelů a provedení elektroinstalace musí odpovídat platným technickým normám. Napájecí kabely jsou nestíněné. Provedení kabelových rozvodů musí být takové, aby bylo dostatečně odolné proti elektromagnetickému a elektrostatickému rušení v souladu s platnými normami.

D.3 ZÁVĚR

Předmětem dodávky je kromě dodání technologie také její doprava, kompletní zapojení, uvedení do provozu, předání veškeré technické dokumentace ve stavu dokumentace skutečného provedení, zaškolení zástupců investora.

Všechny použité materiály a pracovní postupy musí odpovídat platným ČSN a bezpečnostním předpisům. Veškeré práce musí být prováděny a provedeny tak, aby nemohlo dojít k úrazům elektrickým proudem.