

Investor

**Statutární město Brno**

Stavba:

**Prodloužení tramvajové trati Bystrc – Kamechy**

**D.2.1 Provozní soubory tramvajového tunelu**

## **D.2.1.01 TECHNICKÁ ZPRÁVA**

---

**Obsah:**

<b>1.</b>	<b>Identifikační údaje.....</b>	<b>4</b>
1.1	Údaje o stavbě .....	4
1.2	Údaje o žadateli .....	4
1.3	Údaje o zpracovateli dokumentace .....	4
<b>2.</b>	<b>Průzkumy a podkaldy .....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Provozní soubory tramvajového tunelu .....</b>	<b>5</b>
3.1	PS 1001 - Osvětlení v tunelu .....	6
3.2	PS 1002 – Nouzové osvětlení .....	6
3.3	PS 1003 - Radiové spojení (DPmB + IZS) .....	7
3.3.1	Technický popis .....	7
3.3.2	Požadavky na šířené kmitočty a služby .....	7
3.3.2.1	Rádiové sítě .....	8
3.3.2.2	Síť mobilních operátorů .....	8
3.3.3	Popis zařízení systému Rádiového spojení .....	8
3.3.3.1	Tunelový vyzařovací systém a anténní rozvody .....	8
3.3.3.2	Distribuční zařízení .....	9
3.3.3.3	Venkovní anténní systém .....	9
3.4	PS 1004 - Provozní telefon DPmB .....	9
3.5	PS 1005 - EPS (tlačítkové hlásiče) .....	11
3.6	PS 1006 - Řídicí systém .....	14
3.6.1	Požadavky na řídicí systém .....	14
3.6.2	Hlavní řídicí stanice – RM 1 .....	14
3.6.3	Servery řídicího systému a přenosová soustava – Rack ŘS .....	15
3.6.4	Řízení klimatizačních jednotek a vzduchotechniky .....	15
3.6.5	Komunikace se systémem kamer .....	15
3.6.6	Ovládání rozvodů NN a VN .....	15
3.6.7	Osvětlení tunelu .....	15
3.6.8	EZS .....	16
3.6.9	EPS .....	16
3.6.10	Řízení tramvajového provozu .....	16
3.6.11	Ostatní zařízení .....	16
3.6.12	Požadavky na lokální dispečerské pracoviště .....	16
3.6.12.1	SW výbava .....	16
3.6.12.2	HW výbava .....	16
3.6.12.3	Kabeláž .....	16
3.7	PS 1007 - Řízení tramvajového provozu .....	17
3.7.1	Geometrické předpoklady tratě .....	17
3.7.2	Navržené technické řešení .....	17

3.7.2.1	Kolejové obvody.....	18
3.7.2.2	Zabezpečení točny Ečerova.....	18
3.7.2.3	Návěsti .....	18
3.7.2.4	Topologie systému .....	18
3.7.2.5	Ostatní zařízení.....	19
3.7.2.6	Kabeláž .....	19
3.8	PS 1008 - Napájení tunelu NN.....	19
3.9	PS 1009 - Zálohované napájení (UPS).....	20
3.10	PS 1010 - Uzemnění tunelu .....	20
3.11	PS 1011 - Ochrana proti bludným proudům .....	22
3.12	PS 1012 - Kabelové rozvody v tunelu .....	24
3.13	PS 1013 - Kamerový dohled + videodetekce .....	25
3.14	PS 1014 - EZS - elektronický zabezpečovací systém .....	31
3.15	PS 1015 - Úpravy velínu Bkom .....	33
3.15.1	SW výbava .....	34
3.15.2	HW výbava.....	34
3.15.3	Velkoplošné zobrazení Barco .....	34
3.15.4	Základní technická data .....	34
3.15.5	Požadavky na výstavbu .....	35
3.16	PS 1016 - Úpravy velínu DPmB.....	36
3.16.1	SW výbava .....	36
3.16.2	HW výbava.....	36
3.16.3	Telestěna DPMB .....	36
3.17	PS 1017 - Mobilní operátoři .....	36
3.18	PS 1018 - VZT zařízení.....	37

## 1. Identifikační údaje

### 1.1 Údaje o stavbě

Název stavby: Prodloužení tramvajové trati Bystrc – Kamechy  
Skupina objektů: D.2.1 – Provozní soubory tramvajového tunelu  
Místo stavby: Kraj: Jihomoravský  
Obec: Brno; MČ Bystrc, MČ Žebětín  
K.ú.: Bystrc, Žebětín  
Předmět dokumentace: Dokumentace pro rozhodnutí o umístění stavby – DUR

### 1.2 Údaje o žadateli

Název: Statutární město Brno  
Adresa sídla: Dominikánské náměstí 196/1  
602 00 Brno  
IČ: 449 92 785

### 1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace

Hlavní projektant:

Společnost „PK OSSENDORF + METROPROJEKT + AMBERG – TT Bystrc – Kamechy“

#### **Zastoupený:**

Obchodní název: PK Ossendorf s.r.o.  
Adresa sídla: Tomešova 503/1, 602 00, Brno  
IČO: 255 64 901  
Hlavní inženýr projektu: Ing. Petr Vyskočil, AI ČKAIT, ID00 č. 0010125  
Hlavní koordinátor projektu: Ing. Vlastislav Novák Ph.D., AI ČKAIT, ID00 č. 1002774  
Vedoucí projektu: Ing. Jan Charvát, AI ČKAIT, ID00 č. 1005810

#### **Zhotovitel dokumentace objektu:**

Obchodní název: AMBERG Engineering Brno, a.s.  
Adresa sídla: Ptašínského 10, 602 00 Brno  
IČO: 494 46 703  
Zodpovědný projektant: Ing. Veronika Kočíčková, AI ČKAIT, IG00 č. 1007190

## 2. Průzkumy a podkaldy

Pro zpracování DÚR objektu byly využity následující podklady a průzkumy:

- projektová dokumentace Studie  
(Prodloužení tramvajové trati Bystrc - Kamechy; *PK OSSENDORF s.r.o.*; 2019)
- projektová dokumentace akce (dle rozpracovanosti):  
(I/42 Brno VMO Žabovřeská I – etapa II (RDS); *SHP s.r.o.*; 2022)
- Prohlídka území
- Záznamy z výrobních výborů

### 3. Provozní soubory tramvajového tunelu

Provozní soubory jsou rozděleny na následující části:

PS 1001	Osvětlení v tunelu
PS 1002	Nouzové osvětlení
PS 1003	Radiové spojení (DPmB + IZS)
PS 1004	Provozní telefon DPmB
PS 1005	EPS (tlačítkové hlásiče)
PS 1006	Řídicí systém
PS 1007	Řízení tramvajového provozu
PS 1008	Napájení tunelu NN
PS 1009	Zálohované napájení (UPS)
PS 1010	Uzemnění tunelu
PS 1011	Ochrana proti bludným proudům
PS 1012	Kabelové rozvody v tunelu
PS 1013	Kamerový dohled + videodetekce
PS 1014	EZS - elektronický zabezpečovací systém
PS 1015	Úpravy velínu Bkom
PS 1016	Úpravy velínu DPmB
PS 1017	Mobilní operátoři
PS 1018	VZT zařízení

### 3.1 PS 1001 - Osvětlení v tunelu

Tunelová trouba bude trvale osvětlena (předpoklad). Osvětlení bude navrženo tak, aby i v případě výpadku elektrické energie bylo zajištěno minimální osvětlení pro televizní dohled tunelu. Osvětlovací tělesa budou v tunelu umístěna ve dvou řadách nad prostorem kolejí.

Použita budou svítidla se světelnými zdroji LED a elektronickými předřadníky umožňujícími řízení pomocí linky DALI.

Osvětlení bude rozděleno do sekcí dle délek napájecích kabelů. Napojení bude provedeno v rozvodně NN v PTO a v podružné rozvodně v tunelu, každý kabel bude jištěn samostatným jističem.

Ze silnoproudého rozváděče bude napojeno vždy samostatným vývodem osvětlení základní i nouzové. Osvětlení nouzové bude napojeno na zdroj nepřerušené dodávky el. energie, která bude zajištěna přes UPS.

V rámci tohoto PS bude také řešeno osvětlení manipulačních prostor před portálem tunelu u PTO. Budou použita svítidla se světelnými zdroji LED umístěná na stožárech výšky 10 m. Svítidla budou zapínána pouze v noční době. Budou ovládána obvodovým spínáním.

Veškeré kabely, které budou vedeny v prostoru tunelu musejí svým provedením vyhovovat ČSN EN 60 332 – nesmějí po svém povrchu šířit plamen. Kabely budou vedeny v lištách na povrchu stěn a na nosných konstrukcích – roštích, lávkách.

### 3.2 PS 1002 – Nouzové osvětlení

V prostoru tunelu bude instalováno nouzové osvětlení dle ČSN EN 1838. Nouzové osvětlení musí být napájeno ze zdroje nepřerušené dodávky elektrické energie (UPS). Nouzové osvětlení bude uváděno do provozu okamžitě po výpadku hlavního zdroje elektrické energie.

Nouzové osvětlení bude situováno na obou stranách tunelové roury v prostoru nad kolejemi.

Za předpokladu, že **tunel nebude trvale osvětlen**, bude zapínání nouzového osvětlení automatické s možností ručního zapínání v případě výpadku elektrického napájení nebo při identifikaci požáru řídicím systémem na základě iniciace systémem EPS a musí odpovídat požadavkům ČSN EN 1838.

Použita budou svítidla se světelnými zdroji LED a elektronickými předřadníky umožňujícími řízení pomocí linky DALI.

Funkčnost nouzového osvětlení musí být zajištěna v případě požáru po dobu 60 minut. Kabelové rozvody sloužící pro napájení nouzového osvětlení musí splňovat požadavky na dobu funkčnosti při požáru 60 minut dle ČSN IEC 60 331, přičemž budou umístěny na nosných systémech splňující požadavky na příslušnou třídu funkčnosti dle ZP-27/2008.

Kabely budou vedeny v lištách na povrchu stěn a na nosných konstrukcích – roštích a lávkách.

### 3.3 PS 1003 - Radiové spojení (DPmB + IZS)

Tramvajový tunel převádí projektovanou dvoukolejnou tramvajovou trať v km 0,862 50 – km 1,182 50 (staničení koleje 1). Trasa je vedena raženým tunelem s hloubenými příportálovými úseky.

Předmětem dokumentace je návrh technologického zařízení a vyzařovacího systému pro zajištění rádiového spojení v tramvajovém tunelu pro komunikaci DPmB a pro komunikaci složek IZS včetně zohlednění požadavku na budoucí možné zavedení digitálního systému IZS LTE v pásmu 700 MHz.

#### 3.3.1 Technický popis

Uvnitř tunelu bude zajištěno pokrytí signálem digitálního systému IZS PEGAS, objektového převaděče v pásmu 160 MHz jednoho duplexního páru v pásmu 160 MHz, které slouží pro komunikaci složek HZS při zásahu. Déle pokrytí signálem MRS Tetra Brno a pokrytí signálem mobilního operátora, které slouží pro komunikaci DPmB.

V uzavřených prostorech bude šířen koherentní signál s vnějším prostředím, (zesiluje se přijatý signál) čímž jsou eliminovány interferenční hvizdy při přechodu mezi vnějším rádiovým polem a rádiovým polem tunelu. Takto koncipovaný systém, který používá kanálových a pásmových obousměrných zesilovačů, umožní spojení dispečerského centra jednotlivých služeb s mobilními účastníky této služby bez přerušení při přejezdu mezi vnějším a vnitřním prostředím, bez interferenčních hvizdů.

Při použití objektového převaděče, který pracuje v duplexním provozu, bude spojení mezi mobilními účastníky bez omezení, ale v případě objektového převaděče je spojení možné pouze v pokrývaných prostorech. Při duplexním provozu je spojení mezi radiostanicí a dispečerem stejné jako spojení ve volném prostoru.

Rádiový signál bude zesilován v obou směrech. Musí být zabezpečen obousměrný rádiový provoz, z vnějšího prostředí do tunelu a naopak. Sdružovací a filtrační obvody budou navrženy tak, aby umožnily současný provoz na všech v tunelu provozovaných kmitočtech současně. Tento požadavek vyplývá z charakteristiky použití, kdy největší potřeba spojení na všech rádiových sítích je při mimořádných událostech, kdy není možné koordinovat rádiový provoz a je předpoklad, že zasahují všechny složky IZS současně, s potřebou rádiové komunikace.

Bezporuchový stav bude monitorován dohledovým zařízením, které zobrazí na displeji panelu dohledů v rozváděčové skříni v PTO stav jednotlivých částí systému. Dále bude zajištěna možnost dálkového přístupu k dohledu zařízení pomocí samostatného internetového klienta. Pro zajištění této funkcionality je systém nutno připojit k datové síti ethernet DPmB.

#### 3.3.2 Požadavky na šířené kmitočty a služby

V tunelu je požadováno šířit rádiové služby složek IZS, tj. HZS, ZZS, PČR a dále rádiové služby, které používá DPmB včetně šíření sítě mobilních operátorů.

### 3.3.2.1 Rádiové sítě

Název rádiové sítě	Frekvenční pásmo / / typ služby	Uživatel
Digitální spojovací systém IZS PEGAS	380–395 MHz TETRAPOL	Složky IZS, HZS, ZZS, PČR
Městský komunikační systém TETRA	415– 428 MHz TETRA	Dopravní podnik města Brna
Objektový převaděč HZS	160 MHz analog duplex	Hasičský záchranný sbor JmK
Vnější převaděč	160 MHz analog duplex	Hasičský záchranný sbor JmK

#### Upozornění:

Instalovaný systém musí být připraven i na možnost rozšíření pro šíření systému IZS LTE v pásmu 700 MHz. Zároveň musí systém umožňovat přenos kmitočtů externího opakovače IDR sítě IZS PEGAS.

Před vlastní realizací bude nutná aktualizace všech kmitočtů, aby byly podchyceny jejich případné změny.

### 3.3.2.2 Síť mobilních operátorů

V tunelu je požadováno zajistit pokrytí sítí (sítěmi) mobilních operátorů. Tato síť je využívána DPmB pro datové přenosy do/z vozů tramvaje.

Tunelové rozvody, tj. především frekvenční rozsah vyzařovacího kabelu, budou navrženy tak, aby bylo možné uvnitř tramvajového tunelu šířit i všechna mobilními operátory požadovaná pásma a související datové služby.

Připojení signálu mobilních operátorů do vyzařovacího kabelu v tramvajovém tunelu bude zajištěno pásmovým sdružovačem. Místo připojení bude zkoordinována v dalších stupních dokumentace. Návrh, dodávku a instalaci systému mobilních operátorů bude řešeno v samostatné dokumentaci.

### 3.3.3 Popis zařízení systému Rádiového spojení

#### 3.3.3.1 Tunelový vyzařovací systém a anténní rozvody

V tunelové troubě se rádiové signály budou šířit pomocí vyzařovacího kabelu, který přenesení pásmo kmitočtů od 70 MHz do 2600 MHz. Vyzařovací koaxiální kabel 1-1/4“ je v tunelové troubě veden po stěně tunelu a je uchycen pomocí standardních držáků od výrobce. Na držácích jsou pro uchycení kabelu použity plastové příchytky a každá desátá je zajištěna kovovým jisticím třmenem. Doporučená vzdálenost mezi jednotlivými úchyty je cca 1,5 m.

Připojení vyzařovacího kabelu v PTO na Distribuční zařízení bude provedeno koaxiálním kabelem vedeným od Distribučního zařízení kabelovým kanálem do tunelové trouby a na stěnu tunelu.

Pro eliminaci výpadku signálu v případě přerušení vyzařovacího kabelu je doplněno okružové napájení vyzařovacího kabelu. Na konec vyzařovacího kabelu na portálu směr Kamechy bude připojen koaxiální kabel 7/8“, který bude veden multikanálem v



tunelu zpět k technologii Distribučního zařízení v PTO. Vyzařovací kabel je tedy napájen signálem z obou stran.

### 3.3.3.2 Distribuční zařízení

Distribuční zařízení bude umístěno v určené rozvodně slaboproudu. Distribuční zařízení bude vestavěno do jedné skříně 19" rozvaděče, rozměru 600x600x2100mm. Obsahuje všechny dílčí komponenty, které spolu s vnějším anténním systémem zajistí příjem všech požadovaných kmitočtů z vnějšího prostředí, jejich selektivní sdružení a zesílení do jednoho společného výstupu, který vybudí rádiovými signály vyzařovací kabel.

Skříň distribučního zařízení musí mít zajištěnu dodávku elektrické energie v souladu s ČSN 73 0848, tzn. alespoň ze dvou na sobě nezávislých napájecích zdrojů, např. veřejná distribuční síť a stacionární dieselový motorgenerátor s UPS, aby byla zajištěna funkčnost zařízení po požadované dobu. Přepnutí na druhý napájecí zdroj musí být samočinné.

Rozvaděče distribučního zařízení budou připojeny samostatným vedením z určeného rozvaděče. Požadované připojení skříní je jednofázově, napětí 230 V / 50 Hz, jistič 16 A/C. Hodnota odběru distribučního zařízení bude 2,6 kW.

Připojení síťového napětí musí být v souladu s příslušnými předpisy. ČSN 33 2000 – část – Všeobecné předpisy pro ochranu před nebezpečným dotykovým napětím

### 3.3.3.3 Venkovní anténní systém

Hlavní vnější přijímací anténní systém bude umístěn na stožáru umístěném na střeše PTO. Pro umístění anténního systému je navržen lehký montovaný anténní stožár (trojnožka) o celkové výšce 3 m. Stožár je položen na ploché střeše PTO, dotyková část je podložena gumovou podložkou a jako zátěž je použito 3x2 ks betonových dlaždic. Základní povrchová ochrana ocelové konstrukce stožáru je žárové zinkování.

Propojení antén s distribučním zařízením bude provedeno koaxiálními kabely vedenými po objektu PTO, a dále prostupem z PTO k venkovnímu anténnímu systému technologie. Trasy vedení kabelů a umístění anténního stožáru na objektu PTO bude řešeno v koordinaci s ostatními SO.

## 3.4 PS 1004 - Provozní telefon DPmB

### Stávající stav

V současné době je v síti DPMB používána hybridní telefonní ústředna s připojenými analogovým a digitálními telefonními přístroji. Do budoucna se s rozšířením tohoto zařízení nepočítá. Do budoucna se plánuje instalace systému na bázi VOIP technologie (voice over IP).

### Navržený stav

Systém telefonního spojení do tramvajového tunelu je navržen v souladu s chystaným řešením telefonního spojení v síti DPMB na bázi VOIP technologie. V závislosti na aktuálně-používané technologii v síti DPMB v době realizace bude na lokálním velínu v provozně-technickém objektu tunelu Kamechy (PTO) instalován aktivní prvek pro připojení telefonních přístrojů a interkomů v tunelu. Aktivní prvek bude instalován do datového rozvaděče DPMB v m.č.1.05. Toto zařízení bude v telefonní síti DPMB

konfigurované jako podružné (vzdálené) a bude sloužit pro lokální spojení a pro spojení s energetickým i dopravním dispečinkem DPMB.

Aktivní prvek bude do sítě DPMB připojen prostřednictvím optického kabelu, který je předmětem C 456.

### **Zapojení do veřejné a privátní telekomunikační sítě**

Komunikační systém bude zapojen do privátní datové sítě DPMB prostřednictvím optického kabelu, který je součástí C 456. Připojení do privátní sítě bude provedeno prostřednictvím datové TCP/IP sítě přes rozhraní Ethernet 10/100 (LAN přepínač).

### **Koncové přístroje**

Telefonní přístroje jsou navrženy do velínu tunelu v PTO (m.č.1.06) a do obou měníren (Ečerova, Kamechy). Do skříně obchodního měření el. energie ME1 je navržena 1x telefonní linka. U vzdálených koncových zařízení jsou navrženy skříně pro umístění optických převodníků a napájecích zdrojů.

Kabelové sdělovací rozvody budou ukončeny na patch-panelech v datovém rozváděči DPMB v m.č.1.05.

Koncové telefonní přístroje v PTO budou zapojeny do datových dvouzásuvek 2xRJ45 (pro účely rozvodů v PTO bude vybudována strukturovaná kabeláž).

### **Trvalé spojení na energetický dispečink**

V případě požáru bude pro účely přímého telefonního spojení zasahující jednotky HZS a energetického dispečera DPMB instalován komunikátor ve vstupní chodbě vedle zařízení OPPO.

Napájení komunikátoru bude zajištěno lokálním záložním zdrojem s baterií s výstupním stejnosměrným napětím odpovídajícím napětí aktivního prvku, ke kterému bude komunikátor připojen.

### **Kabelové rozvody**

Rozvody budou provedeny dle odpovídajících ČSN a obecně platných předpisů. Musí být dodrženy zásady o úpravě rozvodných skříní, označování svorkovnic a kabelů, křížování a souběhu se silovým vedením.

Veškeré kabely vedené v prostoru tunelu a záchranné cesty musejí svým provedením vyhovovat ČSN EN 60 332-3 – nesmějí po svém povrchu šířit plamen.

Rozvod k zařízením v provozně-technickém objektu je navržen bezhalogenovými stíněnými kabely FTP Cat.6. Kabely v PTO budou uloženy ve zdvojených podlahách v drátěných kabelových žlabech. V prostoru měníren budou navíc uloženy v tuhých plastových trubkách. V technických místnostech (rozvodny, strojovny atd.) bude vedení uloženo na povrchu v tuhých plastových trubkách.

Při přechodu vedení mezi jednotlivými požárními úseky, v horizontálním i vertikálním směru, budou prostupy opatřeny protipožárními ucpávkami, jejichž odolnost EI bude srovnatelná nebo vyšší než je odolnost konstrukce, kterou prochází.

### **Napájení zařízení**

Napájení zařízení je navrženo z hlavního zdroje napájení a dále ze zdroje nepřerušené dodávky elektrické energie UPS.

### 3.5 PS 1005 - EPS (tlačítkové hlásiče)

EPS je soubor technických zařízení, která slouží ke včasné lokalizaci a signalizaci vznikajícího požáru. Dále ovládá a případně monitoruje ostatní požárně bezpečnostní zařízení.

Pro EPS je navrženo zařízení s procesně-analogovými hlásiči požáru. Navržen je plně adresovatelný systém, který je schopen ovládat požárně bezpečnostní zařízení.

#### Koncepce EPS

EPS je navržena v souladu s ČSN 73 0875/2011 a ČSN 34 2710/2011. Navržený systém EPS respektuje charakter a důležitost objektu. Veškeré funkce systému jsou programově nastavitelné, systém tedy umožňuje jednoduché přizpůsobení a ovládání navazujících zařízení i snadné případné pozdější změny. Z důvodu maximální spolehlivosti připojených zařízení jsou hlásičové linky provedeny jako kruhové (při přerušení jednoho segmentu kruhového vedení je linka stále funkční). Zkratové izolátory zajišťující automatické oddělení vadné části vedení zajišťují, že v případě porušení izolačního stavu kruhového vedení, bude automaticky odpojena pouze vadná část segmentu vedení. Max. každý 32 prvek na kruhové sběrnici bude obsahovat zkratový izolátor. Případné přerušení nebo zkrat kteréhokoliv segmentu vedení tedy neovlivní funkci celé linky. Kruhové vedení je tvořeno dvouvodičovou technologií. K tomuto kruhovému vedení jsou připojovány automatické, tlačítkové a speciální hlásiče a vstupní a výstupní jednotky (tzv. IO moduly). Tento typ sběrnice se vyznačuje vysokou spolehlivostí proti rušení a decentralizovanou inteligencí prvků na kruhu.

Sběrnice bude provedena stíněným kabelem 1x2x0.8 s funkční schopností při požáru P90-R.

#### Systémem EPS budou vybaveny následující objekty:

- tunelová trouba (rozvodny)
- všechny prostory objektu PTO

#### Systém EPS se bude skládat z:

- ústředny systému EPS instalované v prostorách provozně technického objektu tunelu v samostatném požárním úseku
- opticko-kouřových hlásičů požáru instalovaných ve všech prostorech PTO
- opticko-kouřových hlásičů požáru instalovaných v rozvodnách NN v tunelu
- tlačítkových hlásičů požáru instalovaných v tunelu, v rozvodnách v tunelu a v prostorech PTO
- zařízení dálkového přenosu na pult HZS
- klíčového trezoru instalovaného u vstupu do provozně technického objektu
- obslužného pole instalovaného v prostorách provozně technického objektu tunelu a to za vstupními dveřmi do objektu

#### Ústředna EPS

Ústředna EPS bude instalována v m.č.1.06 v provozně-technickém objektu v samostatném požárním úseku (v samostatné nise s dveřmi).

Napájení všech komponent EPS je zajištěno ze dvou na sobě nezávislých zdrojů. Hlavní zdroj napájení tvoří distribuční soustava (dieselagregát).

Záložní zdroj napájení – v ústřednách a pomocných napájecích zdrojích budou instalovány bezúdržbové olověné akumulátory s kapacitou na dobu provozu min. 30hod, z toho 15 minut ve stavu požárního poplachu

Navržená ústředna a všechny jejich komponenty musí vyhovovat požadavkům souboru norem ČSN EN 54.

Silové napájecí kabely jsou součástí dodávky profese elektroinstalace.

### **Automatické bodové hlásiče požáru**

Výběr automatických hlásičů odpovídá fyzikálně-chemickým charakteristikám jevů, které mají spolehlivě detekovat a dále dispozičním, prostorovým a provozním podmínkám. Adresace hlásičů v rámci celého systému je prováděna softwarově.

S ohledem na charakter prostor a důležitost včasné detekce požáru jsou navrženy kombinované hlásiče. Kombinované hlásiče obsahují opticko-kouřový snímač v kombinaci s teplotním senzorem.

Automatické bodové hlásiče jsou navrženy ve všech prostorách PTO a v rozvodnách v tunelu. V prostorách PTO jsou navrženy i do zdvojených podlah. Hlásiče v podlahách budou vybaveny paralelní optickou signalizací. Automatická detekce požáru v tunelu lineárním teplotním hlásičem se v souladu s PBR nepožaduje.

Všechny navržené automatické hlásiče musí vyhovovat požadavkům souboru norem ČSN EN 54.

### **Tlačítkové hlásiče**

Tunelová trouba bude vybavena tlačítkovými hlásiči (adresovatelnými), krytí IP 65, které budou situovány ve vzdálenostech max.100 m.

Tlačítkové hlásiče budou dále instalovány v rozvodnách tunelu, v PTO na únikových cestách a při výstupech na volná prostranství, v PTO na rozhraní požárních úseků.

Tlačítkové hlásiče požáru budou instalovány ve výšce 1,2-1,5m nad podlahou v zorném poli unikajících osob. Aktivací tlačítkového hlásiče bude ihned vyhlášen požární poplach. Navržené tlačítkové hlásiče vyhovují požadavkům ČSN EN 54-11 a obsahují zkratový izolátor.

### **Ovládání požárně-bezpečnostních a jiných návazných zařízení**

Ovládání požárně-bezpečnostních zařízení bude provedeno prostřednictvím řídicího systému tunelu.

Řídicí systém bude na základě detekce požáru systémem EPS automaticky ovládat v případě požáru:

- nouzové osvětlení tunelu – spuštění (v případě, že tunel nebude trvale osvětlen);
- návěstidla před portály tunelu – uzavření tunelu.

Bezprostředně po zjištění požáru bude systémem EPS aktivováno zařízení dálkového přenosu – přenos informace o požáru na HZS.

Dále bude prováděn přenos na dispečink DPMB Novobranská.

## IO moduly

IO moduly jsou jednotky obsahující programovatelné výstupy a vstupy. Výstupy jsou používány k ovládání návazných zařízení. IO moduly budou sloužit pro propojení s řídicím systémem. Budou instalovány do stejného požárního úseku jako ústředna EPS. Propojení s řídicím systémem bude provedeno na úrovni binárních vstupů a výstupů a také datově – plnohodnotný datový přenos po sběrnici.

## Signalizace poplachu

Akustická a optická signalizace vč. zobrazení přesné lokalizace bude provedena na LCD displeji ústředny EPS. V objektu PTO bude požární poplach vyhlašován sirénami.

## Činnost obsluhy EPS

Ve velínu tunelu nebude přítomna trvale dvoučlenná obsluha EPS, z toho důvodu bude systém EPS vybaven zařízením dálkového přenosu (ZDP), který bude připojen na operační středisko HZS Jihomoravského kraje, přičemž ZDP bude sloužit pouze pro přenos informace „požár“ v jednotlivých zónách a signalizovat poruchu.

ZDP bude instalováno společně s ústřednou EPS do samostatného požárního úseku v m.č.1.06. Anténa ZDP bude instalována na společném stožáru na střeše PTO. Kabel k anténě bude v místě vstupu do objektu zapojen přes přepěťovou ochranu.

Ve velínu tunelu musí být trvale umístěna provozní kniha EPS. Do této knihy jsou zapisovány veškeré údaje o provozu EPS, o osobách odpovědných za provoz EPS, osobách pověřených obsluhou EPS a údaje o servisní organizaci, dále informace o provedených zkouškách a revizích.

Provozovatel systému EPS musí jmenovat jednu nebo více odpovědných osob za provoz a obsluhu EPS.

Osoby pověřené obsluhou zařízení musí být prokazatelně proškoleny k obsluze zařízení EPS.

## Kabelové rozvody

Rozvody budou provedeny dle odpovídajících ČSN a obecně platných předpisů. Musí být dodrženy zásady o úpravě rozvodných skříní, označování svorkovnic a kabelů, křížování a souběhu se silovým vedením.

Veškeré kabely vedené v prostoru tunelu a záchranné cesty musejí svým provedením vyhovovat ČSN EN 60 332-3 – nesmějí po svém povrchu šířit plamen.

Kabelové vedení pro kruhové linky bude tvořeno kabelem 1x2x0.8 s funkční schopností při požáru P90-R. Na kruhové lince pro hlásiče budou instalovány také IO moduly pro ovládání návazných zařízení (v místě ústředny EPS).

Vedení v PTO budou kotvena pomocí kabelových úchytek přímo ke stropu. Kabelová vedení ve zdvojených podlahách budou uložena do tuhých elektroinstalačních trubek s funkční integritou při požáru.

Požadavky podle zák. 268/2011sb a projektu PBŘ na kabelové rozvody:

- Třída funkčnosti a požární scénář: P90-R
- Způsob certifikace: ZP27/2008 – nenormový (musí být prokázána spol. zkouška kabelu a nosného systému).



- Izolace kabelů - třída reakce na oheň – B2ca, d1, s1.
- Rozbočování a spojování kabelů s funkční schopností při požáru bude prováděno v certifikovaných spojovacích krabicích, které zaručí celistvost a funkční schopnost el. obvodu při požáru. Jedná se např. o spojování kabelů k sirénám, kde na jednom vedení je umístěno více sirén.
- Jednotlivé kabely budou uchytávány ke stropním konstrukcím v certifikovaných samostatných kabelových úchytkách s max. roztečí 30cm.
- Kabelový rozvod k zařízením v tunelu bude veden zemním kabelovodem z multikanálů. Ke koncovým prvkům budou kabely vedeny v trubkách v ostění.
- Při přechodu vedení mezi jednotlivými požárními úseky, v horizontálním i vertikálním směru, budou prostupy opatřeny protipožárními ucpávkami, jejichž odolnost EI bude srovnatelná nebo vyšší, než je odolnost konstrukce, kterou prochází.

### Napájení zařízení

Napájení zařízení je navrženo ze sítě UPS, jako záložní zdroj napájení jsou použity akumulátory s certifikací dle EN-54.

### Ochrana proti blesku a přepětí

Všechna kabelová vedení, která budou vstupovat zvenku dovnitř budovy, budou v místě prostupu opatřena svodičem bleskových proudů pro instalaci mezi zóny 0b a 1, viz požadavky ČSN EN 62305-4 ed.2.

Ústředny a pomocné napájecí zdroje budou na napájecích vstupech vybaveny přepětovými ochranami typu 3 s filtry pro jemné odrušení.

## 3.6 PS 1006 - Řídicí systém

Řídicí systém tunelu slouží pro řízení kolejové dopravy dotčeného úseku tratě a monitoring a ovládání technologií. Dále zajišťuje ovládání a monitoring systému ze vzdálených pracovišť dispečinků CTD BKOM a velín DPMB. Řídicí systém za normálního provozního režimu monitoruje dopravu a technologii v tunelu a v případě mimořádných událostí navrhuje dispečerovi omezení provozu nebo úplně uzavírá tunel.

### 3.6.1 Požadavky na řídicí systém

- zabezpečit samotný provoz kolejové dopravy v tunelu i přilehlém okolí od zastávky Ečerova po zastávku Kamechy
- zajistit přenos informací z technologických systémů na dohledová pracoviště včetně možnosti ovládání

Celková struktura řídicího systému je znázorněná v příloze *Blokové schéma ŘS Tunelu*. Klíčové technologické celky budou připojené do lokální sítě hlavní stanice ŘS.

### 3.6.2 Hlavní řídicí stanice – RM 1

Řídicí systém tvoří hlavní pracovní stanice umístěná v rozvaděči RM 1 v novém objektu PTO v místnosti 1.05. Stanice bude napájena z bezvýpadkové sítě UPS. Součástí stanice bude procesor PLC s možností vzdálených I/O modulů, ETH karty,

I/O binární/analogové karty, komunikační karty. Komunikace do páteřních switchů bude redundantní.

### 3.6.3 Servery řídicího systému a přenosová soustava – Rack ŘS

Servery řídicího systému budou v redundantním provedení. Při výpadku jednoho serveru dojde k bezvýpadkovému zastoupení druhým serverem. Servery budou připojené do páteřních switchů L3, které budou rovněž redundantním zapojení. Synchronizace dat mezi routery bude s min. přenosovou rychlostí 40 GbE.

Servery řídicího systému i switche L3 budou umístěné v Rack ŘS v objektu PTO v místnosti 1.05. Napájení bude z bezvýpadkové sítě UPS.

Servery řídicího systému budou vybaveny aplikačním a programovým vybavením pro řízení oblasti technologie a oblasti doprava pro tramvajový provoz. Pro běh programového vybavení serveru budou servery doplněny o licenci aplikačního vybavení. Před realizací aplikačního a programového vybavení musí být zpracován SW projekt, který bude popisovat konkrétní chování programového a aplikačního vybavení ve vazbě na jednotlivé stavy dopravy a technologie s ohledem na legislativní požadavky a na požadavky uživatele.

V racku ŘS bude ukončen optický kabel směr dispečink BKOM Renneská a optický kabel směr dispečink DPMB Novobranská. Datový tok z každého switche na jednotlivé vzdálené dispečinky bude min. 10 GbE, (tj. využití 2 vláken).

Rack bude vybaven optickými vanami pro zakončení příslušných optických kabelů, patchpanely, lokální KVM pro ŘS, převodníky OPT/MET, zdroji a zásuvkami.

### 3.6.4 Řízení klimatizačních jednotek a vzduchotechniky

Řídicí jednotky klimatizací a vzduchotechniky budou automaticky udržovat optimální teplotu a vlhkost v objektu PTO. Rozváděč ŘS bude vyčítat informace z jednotek klimatizací a ty budou zobrazeny na dispečerském pracovišti. Součástí tohoto provozního souboru bude dodávka teplotně-vlhkostních čidel v objektu PTO.

### 3.6.5 Komunikace se systémem kamer

Systém CCTV bude připojen do páteřních switchů ŘS a předávat data na vzdálené dispečinky. Systém CCTV bude komunikovat s řídicím systémem technologie tunelu na úrovni komunikačního protokolu TCP/IP. Havarijní stavy systému CCTV jako např. porucha serveru CCTV budou předávány binárně. Dodávku technologie CCTV řeší příslušný provozní soubor.

### 3.6.6 Ovládání rozvodů NN a VN

ŘS bude řešit signalizaci stavů jističů, odpínačů apod. a ovládání zařízení NN a monitoring VN. Ovládání a monitoring bude do ŘS napojeno pomocí komunikačních modulů nebo hardwarovou I/O vazbou.

### 3.6.7 Osvětlení tunelu

ŘS bude přímo ovládat osvětlení v tunelu a VO v okolí tunelu. Ovládání a monitoring osvětlení bude do ŘS napojeno pomocí komunikačních nebo hardwarovou I/O vazbou.

### 3.6.8 EZS

ŘS bude přímo ovládat EZS v PTO. Ovládání EZS bude do ŘS napojeno pomocí komunikačních modulů nebo hardwarovou I/O vazbou.

### 3.6.9 EPS

ŘS bude signalizovat EPS v PTO. Ovládání EPS bude do ŘS napojeno pomocí komunikačních modulů nebo hardwarovou I/O vazbou.

### 3.6.10 Řízení tramvajového provozu

Řízení tramvajového provozu bude řešeno jako lokální subsystém. Komunikace s nadřazeným řídicím systémem tunelu bude na úrovni komunikačního protokolu TCP/IP nebo hardwarovou I/O vazbou. Vlastnímu popisu se podrobně věnuje samostatný provozní soubor D1007.

### 3.6.11 Ostatní zařízení

V rámci místní kabelizace objektu D1007 budou připojeny ke sdělovacímu zařízení i ostatní rozvaděče výhybek a mazníků. Tyto zařízení však neslouží pro účely zabezpečení ani ŘS. Propojení bude přes optickou síť hvězdicové topologie. Připojení do sdělovacího zařízení je za účelem diagnostiky a vzdálené kontroly stavu těchto zařízení.

### 3.6.12 Požadavky na lokální dispečerské pracoviště

V lokálním velínu v objektu PTO bude umístěn záložní klient ŘS. SW vybavení klientské stanice bude umožňovat plnohodnotný dohled a řízení provozu a technologického vybavení tunelu s podporou předávání řízení na hlavní pracoviště DPMB a BKOM. Detailní popis řízení dopravy a technologického vybavení tunelu bude součástí SW projektu. Velín bude vybaven nábytkem - stůl a židle pro dispečerské pracoviště.

#### 3.6.12.1 SW vybava

Požadavky na SW vybavu dispečerského pracoviště je následující:

- Musí obsahovat SCADA HMI - aplikační SW vizualizace, vč. komunikačního propojení na servery ŘS umístěných v PTO, prezentace dat, ovládání a parametrizace dopravní a technologické části tunelu, archivace dat s možností jejich prohlížení, alarmového a provozního deníku.
- Musí obsahovat veškeré licence použitého SW vybavení.

#### 3.6.12.2 HW vybava

Minimální konfigurace klientských stanic:

- 1x – PC, CPU INTEL i5, RAM 8GB, SSD 240GB, LAN, audio
- 2x LED / LCD min. 23" 1920x1080, HDMI / Display port

#### 3.6.12.3 Kabeláž

Kabeláž bude uložena v předem připravených kabelových trasách, v chráničkách, v



budovaných zemních trasách propojujících kabelové trasy a koncové zařízení, na příchytých systémech. Slaboproudé, datové kabely budou odděleny od napájecích kabelů.

Všechny kabely v tunelu a PTO musí být v provedení dle EN 50 266-2-2 bezhalogenové a plamen nešířící po svém povrchu požární s funkčností alespoň 90 minut. Mimo tunel napájecí kabely podstanic rozvaděčů RMx a ovládací kabely návěstidel musejí být požární s funkčností alespoň 90 minut.

### **Základní technická data a požadavky na výstavbu viz PS 1015.**

## **3.7 PS 1007 - Řízení tramvajového provozu**

Tento provozní soubor se zabývá zabezpečením a řízením tramvajového provozu. Z níže uvedeného rozboru je nutné užití spolehlivé detekce projíždějících tramvají ve vybraných úsecích nově budované tramvajové tratě a řízení provozu pomocí návěstidel.

### **3.7.1 Geometrické předpoklady tratě**

V příloze *Situace rozmístění zab. zař.* je vyobrazená situace navržené geometrie tratě. S ohledem na rozhled a brždění je zde několik krizových míst, kde rozhled pro řidiče tramvaje dosahuje nízkých hodnot:

#### **„zářez Vejrostova“**

je mezi km cca 0,6 – 0,3 (oblast mezi zastávkou Ruda a Ečerova) a nachází se zde oblouk ve směru na centrum o poloměru  $R=230\text{m}$ , kolem tratě jsou osazené gabiony cca 2,5 m od osy koleje a přímá viditelnost v nejhorším místě je cca 70 m. Trať je zde navíc v podélném spádu 60 ‰, což má za následek prodloužení brzdné dráhy kolejových vozidel.

#### **„tunel Kamechy“**

se nachází mezi km 0,85 – 1,2 (oblast mezi zastávkou Ruda a Říčanská) a nachází se zde oblouk ve směru ke Kamechám o poloměru  $R=240\text{m}$ , ostění tunelu cca 3,1m od osy koleje. Přímá viditelnost v nejhorším místě je cca 75 m. Trať je zde také v podélném spádu 10 ‰.

#### **„výjezd z točny Ečerova“**

vybudování tunelu Kamechy zahrnuje i otočení směru jízdy na točně Ečerova. Nově se bude vyjíždět z točny rovnou na průběžnou kolej směr centrum. Téměř již v točně začíná gabionová zeď a zářez Vejrostova. Při efektivním rozhledu při výjezdu z točny musí stát tramvaj již v průjezdném profilu přímé koleje, navíc je řidič v ostrém úhlu vůči průběžné koleji. Tramvaj blížící se k zastávce Ečerova jede v podélném spádu cca 60 ‰, který přechází do 10 ‰.

Uvažovaná rozhledová viditelnost je pro plánovou traťovou rychlost  $v=60\text{ km/h}$  nedostatečná a nelze provozovat trať „na rozhled“ bez zabezpečení.

### **3.7.2 Navržené technické řešení**

Pro zabezpečení tratě na navrženo využití technologie kolejových obvodů. Osazení kolejovými obvody je navrženo již v zastávce Ečerova a pokračuje bez vynechání až

za zastávku Říčanská. Výše vypsaná krizová místa jsou součástí komplexního zabezpečení v celé délce.

Na trase užito celkem 22 kolejových obvodů, jejichž délky jsou strategicky voleny na základě fyzikálních možností technologie, interních předpisů DPMB a možnostmi trakčního napájení. Mezi každým kolejovým obvodem je umístěná návěst.

### 3.7.2.1 Kolejové obvody

Jedná se o systém umístěný přímo v kolejišti pro spolehlivou detekci přítomnosti kolejového vozidla v zabezpečeném úseku.

Požadavky na provedení kolejiště:

- V oblasti kolejových obvodů musí být kolejnice příčně izolovaně – tzn. že nejsou nikde zkratovány (např. ani přes kotvící šrouby či armaturu pražců nebo pevné jízdní dráhy)
- nesmí zde být připojené odsávací póly trakčního napájení
- nesmí zde být propoj vyrovnání trakčního potenciálu mezi jednou a druhou kolejí
- podvozky užívaných tramvají musí zajistit vodivé propojení kolejnic
- kolejnice v podélném směru jsou svařované nebo bezešvé
- nesmí být instalovány vodivé rozchodnice nebo odvodňovací žlábký

### 3.7.2.2 Zabezpečení točny Ečerova

Na výjezd z točny Ečerova bude na obě koleje umístěn systém elektronického stavění výhybek. Možnost bezpečně opustit točnu bude signalizována na samostatné návěsti.

### 3.7.2.3 Návěsti

Mezi každým KO bude umístění řídicí návěstidlo. Geometrické rozmístění návěstidel je v příloze *Situace rozmístění zab. zař.*

### 3.7.2.4 Topologie systému

V příloze *Blokové schéma ŘS tunelu* je znázorněna topologie systému. Řídicí a vyhodnocovací PLC systému zabezpečení tratě jsou umístěna v rozvaděčích RM1 – RM6. Tyto rozvaděče jsou komunikačně propojeny pomocí optických kabelů v zapojení kruhové topologie. Subsystém bude v bezpečnostní úrovni min. SIL3.

Do systému zabezpečení tratě budou zároveň komunikovat řídicí PLC vybraných výhybek. Propojení bude přes optickou síť hvězdicové topologie.

Komunikace s nadřazeným řídicím systémem tunelu bude na úrovni komunikačního protokolu TCP/IP a nouzově hardwarovou I/O vazbou. Napájení bude z bezvýpadkové sítě UPS. Součástí podstanice bude veškeré vybavení PLC vzdálených I/O modulů, ETH karty, I/O binární/analogové karty, komunikační karty.

### 3.7.2.5 Ostatní zařízení

V rámci místní kabelizace budou připojeny ke sdělovacímu zařízení i ostatní rozvaděče výhybek a mazníků. Tyto zařízení však neslouží pro účely zabezpečení ani ŘS. Propojení bude přes optickou síť hvězdicové topologie.

### 3.7.2.6 Kabeláž

Kabeláž bude uložena v předem připravených kabelových trasách, v chráničkách, v budovaných zemních trasách propojujících kabelové trasy a koncové zařízení, na příchytých systémech. Slaboproudé, datové kabely budou odděleny od napájecích kabelů.

Všechny kabely v tunelu a PTO musí být v provedení dle EN 50 266-2-2 bezhalogenové a plamen nešířící po svém povrchu požární s funkčností alespoň 90 minut. Mimo tunel napájecí kabely podstanic rozvaděčů RMx a ovládací kabely návěstidel musejí být požární s funkčností alespoň 30 minut

**Základní technická data a požadavky na výstavbu viz PS 1015.**

## 3.8 PS 1008 - Napájení tunelu NN

Napájení tramvajového tunelu bude provedeno z veřejné distribuční sítě nízkého napětí 400V distributora EG.D.

Nová rozvodna nízkého napětí bude sloužit pro zásobování nových objektů tramvajového tunelu elektrickou energií. Rozvaděče NN budou umístěny jednak v místnosti 1.04 v PTO a jednak v místnosti rozvodny pro nezálohované napájení v tunelu. Součástí rozvodny 1.04 v PTO bude také rozvaděč smíšené kompenzace. V rozvaděči bude instalována hrazená kapacitní kompenzace a induktivní kompenzace. Kompenzační výkon bude rozdělen do cca 10 stupňů – 7 stupňů kapacitních a 3 stupně induktivní.

Rozvaděče NN budou běžného skříňového provedení. Přívodní a vývodové kabely budou uloženy v kabelovém prostoru, který bude tvořen dvojitou podlahou (tato bude pod celým objektem).

Tento provozní soubor bude také řešit napájení technologií v tramvajovém tunelu a v lokálním velínu. Součástí tohoto PS bude jedna podružná rozvodna situované při portálu tunelu směr Kamechy. Součástí budou i pátevní silové rozvody mezi rozvodnou NN v PTO a podružnou rozvodnou.

Koncepce napájení tunelu bude řešena dvěma oddělenými napěťovými soustavami. První soustava bude připojena pouze na přívod od distributora el energie EG.D. Druhá soustava bude připojena na zdroj UPS (bezvýpadkový zdroj napájení) a bude sloužit k bezvýpadkovému napájení vybraných technologií při ztrátě napájení ze sítě EG.D.

Rozhraní mezi PS D1012 a PS D1008 Napájení tunelu NN budou jištěné vývody v rozvodnách NN v PTO a v podružné rozvodně v tunelu.

V rozvaděcích bude řešena ochrana připojených zařízení proti přepětí.

Energetická bilance celého tunelu i jednotlivých podružných rozvoden bude řešena v dalším stupni dokumentace dle požadavků jednotlivých provozních souborů, navazujících stavebních objektů a požadavků Požárně bezpečnostního řešení stavby.

Koncepce napájecích rozvod NN bude umožňovat rozdělení tunelu minimálně na dva vypínací úseky, které bude možno vypnout dálkově z dispečinku. Vypnutí napájecího úseku umožní provést hasební zásah vodou bez nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

Veškeré kabely vedené v prostoru tunelu budou svým provedením vyhovovat ČSN EN 60 332 – nesmějí po svém povrchu šířit plamen. Kabelové rozvody sloužící pro napájení požárně bezpečnostních zařízení budou splňovat požadavky z hlediska funkčnosti v případě požáru dle ČSN IEC 60 331, přičemž budou umístěny na nosných systémech splňující požadavky na příslušnou třídu funkčnosti dle ZP-27/2008. Požadavky na napájecí kabely a dobu funkčnosti napájení jednotlivých technologií řeší dokument Požárně bezpečnostní řešení stavby.

### **3.9 PS 1009 - Zálohované napájení (UPS)**

Zdroj UPS (zdroj nepřerušené dodávky el. energie) bude instalován v samostatné místnosti s regulací teploty v provozně technologickém objektu (PTO) - místnost 1.02. UPS slouží pro nouzové osvětlení tunelu a pro sdělovací zařízení. UPS bude mít společný přívod pro napojení usměrňovače a by-passu. Z UPS budou do řídicího systému signalizovány základní informace o režimu provozu včetně informací o stavu vybití baterií. Pro provoz UPS postačuje provozní teplota do 40°C. Pro provoz akumulátorů je třeba, aby teplota v místnosti nepřesáhla 20°C. Minimální teplota okolí musí být +5°C.

Zařízení vzduchotechniky a klimatizace pro místnost UPS 1.02 musí být také napájena ze zdroje nepřerušené dodávky UPS.

Součástí tohoto provozního souboru budou také rozváděče zálohovaného napájení. Ty budou umístěny jednak v místnosti 1.03 v PTO a jednak v místnosti rozvodny pro zálohované napájení v tunelu. Rozváděče NN budou běžného skříňového provedení. Přívodní a vývodové kabely budou uloženy v kabelovém prostoru, který bude tvořen dvojitou podlahou (tato bude pod celým objektem).

### **3.10 PS 1010 - Uzemnění tunelu**

Při stanovení koncepce budou respektována zejména tato pravidla:

V souladu s platnými ČSN řady 03 83XX a dalšími se navrhnu ochranná opatření proti účinkům bludných proudů takto:

Pro komplexní zajištění ochrany stavby proti účinkům bludných proudů se aplikují technické podmínky pro ochranu mostních staveb a ostatních betonových konstrukcí TP 124, MD ČR, (1.2009).

Součástí PTO není měnič ani velkoodběratelská transformační stanice pro tunelové stavby a ani distribuční transformační stanice EG.D a.s.

Pokud bude zachován systém napájení tunelu v TT soustavě, bude navrženo oddělené uzemnění pro distribuční síť EG.D a odděleně pro uzemnění tunelu. Dle dispozičního řešení bude v dalším stupni rozhodnuto, zda bude navrhována průrazka s opakovatelnou funkcí, prahovým napětím 100V, 0,1s, 100 kA, s využitím ČSN 34 1500, čl. 6.6 a následujících.

Uzemňovací soustava PTO bude uložena pod stavbou PTO. Bude sloužit především pro hromosvod PTO a instalace v něm.

Uzemňovací soustavy pro technologie železobetonových staveb (tunelů) budou navrženy v rámci těchto stavebních objektů. Využívá se provaření výztuže a založení uzemnění do spodních kleneb. Vývody z těchto uzemnění do rozvodny PTO, budou přivedeny tak, aby se obnaženými částmi jiných uzemnění nekřížily s dalšími zemnicími soustavami – napojení lany. Tyto části budou součástí ochrany stavby před účinky BP a uzemnění.

Veškeré neživé budou připojeny vždy k vlastní uzemňovací soustavě té které technologické části - s využitím ČSN 34 1500, čl. 6.6.

Zemnicí soustavy budou doplněny kontrolním systémem v rámci ochrany stavby proti BP. Z každé soustavy budou vedeny kontrolní měřicí vodiče do energocentra, kde bude umístěna skříň měření.

### **Základní technické údaje zemnicí soustavy PTO (a EG.D)**

#### **Nízké napětí**

Přívod a provozní napětí 3+PEN~ 50Hz, 400V, TN-C

Instalace v tunelu: 3+N~ 50Hz, 400V, TT (plus proudový chránič)

Ovládací napětí 1+NPE~ 50Hz, 230V, TN

#### **Ochrana před úrazem elektrickým proudem:**

Zařízení s napětím do 1000V – samočinným odpojením od zdroje

*Zkratové poměry (orientační údaje) pro objekty s osazenými zdroji el. energie:*

Strana nízkého napětí: předpoklad do 10kA.

*Kvalita uzemnění:* Požadovaná hodnota zemního odporu soustavy se stanovuje dle ČSN 33 2000-5-54, čl. 542.1.N2.1., resp. ČSN 33 2000-54, ed.2 a ČSN 33 3201

Z hlediska ochrany proti blesku dle ČSN 34 1390 nemá hodnota zemního odporu jednoho svodu být větší než 15 Ω.

Celkový požadovaný zemní odpor soustavy:  $R_v = \max. 2\Omega$

Zjištěný měrný odpor půdy: bude doplněno měřením v rámci pracování základního korozního průzkumu.

#### **Strojené zemniče**

Jiné strojené zemniče pro shora uvedené technologické celky se nenavrhují ani nepokládají. S jinými zemniči nesmí být navržené soustavy propojeny. Nezbytná je

koordinace při řešení inženýrských sítí; zejména návrhu veřejného osvětlení a ostatních inženýrských sítí.

#### *Kontrolní a měřicí šachty*

Ve smyslu ČSN 33 2000- 5-54 budou doplněny kontrolní měřicí šachty v rámci dalších stupňů PD.

### **3.11 PS 1011 - Ochrana proti bludným proudům**

Pro návrh ochranných opatření proti účinkům bludných proudů bude postupováno podle TP 124 (2009) s přihlédnutím k SR 5/7(S) a pro další stupeň bude již uplatněna SR 5/7 (2009).

S přihlédnutím k ustanovení TP 124 (2009), čl. 4.2.1 Podrobný průzkum, se konstatuje, že stavba se bude nacházet v prostředí s výskytem bludných proudů, pro danou stavbu bude zpracován základní korozní průzkum a stavba bude vybavena ochrannými opatřeními.

Základní korozní průzkum a jeho vyhodnocení ve vztahu ke zdrojům bludných proudů stávajících a zejména k navrhované tramvajové trati a návrhu tramvajové měřírny bude podkladem pro zpracování PD v dalších stupních.

S ohledem na umístění tramvajové trati a měřírny budou stanoveny požadavky na uzemnění v koordinaci s požadavky na ochranu před účinky bludných proudů.

Pro tunelovou stavbu bude uplatněn následující rozsah ochranných opatření:

Ochranná opatření budou uplatněna standardním způsobem pro tunelové stavby s omezením aplikace zemnicí soustavy s ohledem na elektrizovanou trakční soustavu. Postup řešení bude sledovat principy uvedené v SR 5/7(S) (2009).

Z hlediska vybavení tunelu se jedná o stavbu, kde nejsou instalovány elektrické rozvodny a zdroje elektrického napájení v tunelu, v tunelu nejsou instalovány žádné technologie s výjimkou základních elektrických instalací.

Stavební řešení tunelu představuje standardní postupy technologií NRTM s hloubenou a raženou částí, se spodními klenbami a mezilehlou kompaktní izolací.

#### **Koncepce řešení ochrany stavby před účinky bludných proudů.**

##### **Primární ochrana**

V souladu s citovanými TP 124 budou voleny betony odpovídající TKP 18 se zvýšeným krytím výztuže (50 mm). Nižší krytí výztuže se nepřipouští. Distančníky nad výztuží budou betonové dle TKP 18. Navazující „tunelové sekce“ budou vzájemně odděleny pracovními spárami v souladu s technologií výstavby.

Zásady se uplatní i pro žb portálové stěny a jejich součásti.

##### **Sekundární ochrana**

Součástí metody výstavby tunelu „NRTM“ je návrh mezilehlé celoplošné izolace z kvalitního elektricky izolačního materiálu na bázi modifikovaných polyetylenů. Spodní klenba tunelu je ve styku se zemí bez celoplošného systému izolací. Z hlediska ochrany stavby před účinky bludných proudů se doplňuje požadavek na aplikaci systému celoplošných izolací (např. stříkané izolace apod.) tak, jak jsou aplikovány v systému výstavby drážních těles podle TKP 20, TKP 22, TNŽ 73 6280 na vnitřní povrch



spodních kleneb pod šterkové lože. Účelem je elektrické izolační oddělení železobetonové konstrukce tunelu od tramvajového tělesa (železničního spodku).

Stavba PTO bude vybavena celoplošnou sekundární ochranou ve všech částech stavby.

### **Konstrukční opatření.**

Provaření výztuže. Stanovuje se požadavek na provaření výztuže v hloubených částech tunelu. Výztuže budou vyvedeny pro propojení a bude navržena příprava pro systém propojení a připojení na společný potenciál – viz úvodní ustanovení pro objekt uzemnění.

Výztuž stavby PTO se předpokládá provařená s vývody z výztuže pro kontrolní měření.

Uzemňovací soustava nebude v tunelu navržena společná. Vychází se z požadavku na napájecí soustavu TT pro trakční soustavu a návrhem lokálního uzemnění s využitím provařené výztuže základových pasů.

Uzemnění PTO bude navrženo s využitím spodní stavby PTO a dle instalovaného výkonu. Řešení samotného uzemnění bude upřesněno v dalším stupni PD; bude rozhodnuto, zda bude navržena běžná zemnicí soustava s pomocným zemničem.

V tunelu budou navržena elektrická zařízení v minimálním rozsahu. Přednostně se navrhnou elektrická zařízení s třídou izolace II, případně se použije ochrana oddělením obvodů. Pokud bude nezbytné instalovat zařízení, která budou vyžadovat doplnění uzemnění, bude projednáno řešení se specializovaným pracovištěm dle TP 124. Týká se obvykle třífázových obvodů, speciálního osvětlení a případně systémů dopravního značení, ale také rozsahu rozvaděče v km 2,5.

Požadavky na uložení technologií na elektroizolační podložky (VZT, apod.) bude upřesněno dle použití výztuže v ražené části; v částech hloubených tunelů, resp. tunelových sekcí s výztuží budou podložky aplikovány.

Dočasné kotvy v opěrných stěnách nebudou vybaveny ochrannými opatřeními proti účinkům bludných proudů. V případě aplikace trvalých zemních kotev budou stanoveny požadavky na provedení v souladu s TP 124 (2009) a MP-DEM (2009).

Slaboproudá zařízení budou provedena dle návrhu PD s jedním uzlem pro přizemnění.

SOS skříně se v tunelu nenavrhují.

Ochrana proti blesku ve smyslu ČSN EN 62305-1 až -4 se neprovádí.

Odvodnění tunelu bude navrženo z plastových drenážních trubek.

Přechody cizích zařízení ev. ostatních inženýrských sítí vedené průběžně tunelem musí být konstrukčně řešeny tak, aby nedocházelo k vodivému propojení stavby (výztuže) tunelu s kolejí nebo zemí. Uložení v plastovém kabelovodu nebo plastových chráničkách, které jsou zabetonovány po obou stranách tunelu je tento požadavek splněn i pro kabelová vedení 22 kV.

Gabionové stěny budou odděleny od betonových konstrukcí, přednostně se navrhuje povlakované koše gabionových stěn dle TP 124 a SR 5/7(S).

Suchovod bude navržen z elektricky nevodivého materiálu nebo z litinového potrubí či kovového potrubí vybaveného PE izolací. Ochrana cementováním se v souběhu s kolejí nepřipouští.

Pro danou tunelovou stavbu se navrhne diagnostika koroze výztuže v hloubených částech tunelu.

Trvalá zařízení pro sledování vlivu bludných proudů se navrhuje v rozsahu shora uvedené diagnostiky a vývodů z výztuže. Jiná kabelová vedení se nenavrhují. Diagnostické prvky budou soustředěny standardním způsobem v hloubených částech tunelu. Podle dalšího postupu stavebního řešení a především volby systému napájení bude v dalším stupni PD rozhodnuto o doplnění propojovacího kabelu pro měření mezi oběma konci tunelu.

V souladu s MP DEM (2009) bude v dalším stupni stanoven rozsah měření vlivu bludných proudů v průběhu a po dokončení stavby.

Tato PD je výchozím podkladem pro zpracování PD stavební části, částí technologických a částí tramvajové trakční soustavy.

Vzhledem k tomu, že tato PD je a bude i v dalších stupních vždy souhrnnou PD pro jednotlivé profese s doplněním speciálních zařízení pro sledování korozních procesů a měření, bude specifikace pro tento objekt obsahovat:

- Přehled požadavků, které třeba zahrnout do stavební části (provaření, krytí, apod.) – specifikuje projektant stavby – statik
- Přehled požadavků, případně položek, které je třeba doplnit do části elektro či technologie. Tyto položky si převezme projektant elektro do své části PD; jedná se zejména o zmiňované izolační podložky pro závěsné systémy a technologie, požadavky na oddělení napájení (tř. izolace II, oddělený obvod), průrazky s opakovatelnou funkcí a doplnění strojených zemničů navazujících na základové zemniče, apod.

Přehled položek, které zůstávají součástí této PD pro ochranu stavby před BP:

- specifikace trvalých rozvodů pro sledování vlivu BP a diagnostiky sledování koroze
- specifikace skříní měření
- specifikace měření vlivu bludných proudů v průběhu a po dokončení stavby dle MP-DEM

### **3.12 PS 1012 - Kabelové rozvody v tunelu**

V rámci tohoto PS budou řešeny koordinace kabelových rozvodů v tramvajovém tunelu, v rozvodnách v PTO a na volné trase mimo tunel. Tento PS bude sloužit k optimálnímu rozmístění a obsazení kabelových tras. Rozmístění kabelů musí splňovat požadavky norem na umístění, uložení a vzájemný odstup napájecích a ovládacích kabelů, dále požadavky na požární bezpečnost a technické možnosti pokládky kabelů.

Podrobná kabelová koordinace bude řešena až v rámci realizační dokumentace. Kabelová koordinace bude řešena pomocí řezů kabelových tras ve všech významných místech. Řez bude doplněn soupisem procházejících kabelů.

Pro jednoznačnou identifikaci a přehlednost budou určena pravidla pro označování a číslování kabelů dodávané jednotlivými PS, tak aby splňovaly obecně používaná pravidla, případně pravidla budoucího správce.



### 3.13 PS 1013 - Kamerový dohled + videodetekce

#### Popis koncepce

Provozní soubor řeší technický návrh videodohledu jako uzavřeného televizního okruhu (dále jen CCTV systém) a videodetekce.

Předmětem tohoto provozního souboru je dodání a instalace technologického a softwarového vybavení, které zajistí dálkový vizuální dohled nad předmětnými lokalitami pro interní účely Centrálního technického dispečinku (dále jen CTD) společnosti Brněnské komunikace, a.s. (dále jen BKOM) Renneská 1a a současně také pro ústřední dispečink Dopravního podniku města Brna (dále jen DPMB), Novobranská 18.

CCTV systém bude poskytovat vizuální informaci v reálném čase z lokalit:

- a) tunelová část (tramvajový tunel – pevné kamery sdílené se systémem videodetekce)
- b) portálové kamery (pevné kamery sdílené se systémem videodetekce)
- c) tramvajové zastávky
- d) eskalátory

V objektu tramvajového tunelu bude tímto PS realizováno:

- instalace kamerových souprav
- instalace napájecích a signálových rozvodů
- instalace technologického a softwarového vybavení zařízení na PTO, aktivní přenosové prvky, softwarové a hardwarové řešení serverů systému Genetec Security Center a Citilog.

V objektu CTD Brno, Renneská 1a bude tímto PS realizováno:

- softwarové a hardwarové dovybavení CCTV stávajícího systému Genetec Security Center a Citilog pro klientská pracoviště
- aktivní přenosové technologie z TT Kamechy (připojení na optické trasy z TT Kamechy)

V objektu Ústředního dispečinku DPMB, Novobranská 18 bude tímto PS realizováno:

- dovybavení klientského pracoviště Citilog – klientská stanice
- aktivní přenosové technologie z TT Kamechy (připojení na optické trasy z TT Kamechy)

Základní vlastnosti a funkce CCTV jsou následující:

- plně digitální IP CCTV systém
- použitá zařízení CCTV systému a videodetekce jsou plně kompatibilní se stávajícími CCTV systémy videodohledu a videodetekce BKOM a DPMB. Je navrženo jednotné monitorovací a ovládací prostředí. Jednotnost zahrnuje veškeré funkce, především ovládání telemetrie stávajících otočných kamer a zobrazení.

Volba zařízení zohledňuje zejména stávající stav systému, jeho koncepční řešení BKOM a DPMB a platformy, na kterých je systém provozován.

Tyto platformy jsou následující:

- CCTV systém Genetec Security v 5.7 popř. vyšší, dále viz „Provozní řád MKDS“
- Lokální videosever (LVS) Genetec v PTO bude federován do „subfederálního serveru ŘSD“ v CTD, který má aktuální verzi 5.7. Při federaci je třeba zajistit pravidlo, že federální server musí mít verzi GSC stejnou nebo vyšší než LVS, tedy na LVS může být aktuálně verze max. 5.7. Federace LVS do „subfederálního serveru ŘSD“ je determinována skutečností, že na tomto serveru jsou realizovány střihy události na střihové monitory CDT.
- Videodetekční systém CITILOG
- Telestěna Eyevis (DPMB)
- Telestěna BARCO (BKOM)

CCTV systém je navržen a realizován tak, aby byl plně funkční i v případě úplné ztráty komunikace s dispečinkou CTD a DPMB. V tomto případě přechází dispečer z CTD na lokální velin tunelu a zde musí mít k dispozici všechny ovládací prostředky CCTV systému, přístup k lokálnímu záznamu z videodohledu i incidentům videodetekce. Rovněž musí být v tomto případě zachována funkční komunikace s řídicím systémem technologie tunelu a všechny automatické funkce vyplývající z této komunikace.

CCTV systém, včetně jeho přenosové části, má otevřenou architekturu, ve smyslu možnosti jeho modulárního rozšiřování, otevřené možnosti aplikace nových technologií a spolupráce s jinými systémy, při respektování podmínek uvedených v předchozích odstavcích.

Systém a jeho jednotlivé prvky jsou určeny pro trvalý o trvalý provoz s předpokladem on-line nepřetržitého monitorování (7 dní v týdnu / 24h denně).

### **Architektura CCTV systému a videodetekce**

CCTV systém navržený touto projektovou dokumentací je složen z následujících prvků:

- kamerová část
- přenosové technologie kamerové části
- signálové a napájecí rozvody kamerové části
- technologické vybavení CCTV na PTO tunelu
- technologické vybavení videodetekce na PTO tunelu

Technické řešení tohoto projektu předpokládá sdílení obrazového signálu z kamer se systémem videodetekce. Jeden stream generovaný kamerou bude použit pro videoanalýzu systémem videodetekce.

### **Kamerová část**

Základní požadavky na technické parametry kamerových souprav vychází z „Provozního řádu MKDS“ rozšířeného o vlastnosti duálních kamer.

Kamerová souprava se skládá z vlastní kamery, skříně kamery KTS, konzoly kamery a držáku skříně kamery.

Osazení skříně KTS:

- svorkovnice 230V AC
- jistič 2A/D
- přepěťová ochrana 230V s VF filtrem
- optická kazeta s konektorem LC navazujícím na optický patchcord vedoucí ke kameře. Tento optický patchcord bude ve venkovním provedení a bude opatřen dodatečnou mechanickou ochranou (půlená trubka chránička UV odolná)
- toroidní zdroj 24VDC
- pojistky 24VDC

Kamerová část je řešena jako servisně demontovatelná s přívodními kabely napájení a optiky, oba kabely vedoucí přes šroubovací průchodky skříně KTS.

Rozhraní s rozvody bude ve skříní kamery:

- napájecí kabel 230V AC 50Hz
- signálový optický kabel

Provedení kamer bude běžné pro venkovní prostředí IP65.

### **Signálové a napájecí rozvody kamerové části**

Signálový rozvod bude řešen jako optická síť standardu ethernet 100Mbit/s.

Optické kabely budou uloženy v mikrotrubičkách, v připravených kabelovodech a kabelových kanálech podle příslušného výkresu. Topologie optických kabelů bude hvězdicová. Optické kabely budou ukončeny na jedné straně ve skříní KTS kamery a druhé straně v optickém rozvaděči na PTO.

Typ kabelu: Optický SM, 4vl. 9/125um. V místech volného páteřního vedení kabelů budou kabelové trasy (HDPE trubka nebo mikrotrubičkový svazek nebo volně vedená mikrotrubička) opatřeny požárním nátěrem pro zachování funkční odolnosti OK při požáru.

Nátěry nejsou smysluplné v poslední části vedení u stropu od vyústění z ostění po KTS. Případě požáru v bezprostřední blízkosti KS, která nemá funkční odolnost při požáru, je ochrana poslední části přívodního kabelu v bezprostřední blízkosti této kamery bezpředmětná.

Typ mikrotrubičky: bezhalogenová od 10/8 po 16/12mm HFFR ve svazku průměru 40mm.

### **Metalické kabely - pro napájení NN:**

Kabelové rozvody budou splňovat požadavky ČSN IEC 60 332-3, musí být bezhalogenové, nekorozivní, se zvýšenou odolností proti šíření plamene a proti požáru.

Kabely v provedení podle CEI IEC 60 331-11, CEI IEC 60 331-21, CEI IEC 60 331-23, CEI IEC 60 331-25 s funkční schopností při požáru.

Kabely budou uloženy v připravených kabelovodech a kabelových kanálech podle příslušného výkresu.

Kabely budou ukončeny na jedné straně ve skříni KTS kamery a druhé straně v příslušném rozvaděči NN. Každá kamera bude mít na straně rozvaděče NN svůj samostatný jistič 10A.

### **Technologické vybavení CCTV na PTO**

V místnosti č.1.06 PTO budou instalovány podle příslušných výkresů dvě 19“ skříně š.800mm, výšky 45U, hloubky 1000 mm. Do těchto skříní bude instalováno zařízení CCTV a videodetekce (optické panely, switche, servery, ostatní komunikační technologie).

#### **Skříň 1 (CCTV I):**

Zařízení videodohledu: hlavní federovaný server se záznamem GENETEC MASTER

Zařízení videodetekce: hlavní databázový server CITILOG MASTER, analyzátor 1, analyzátor 2, hlavní server pro záznam incidentů a postprocessing analyzátorů

#### **Skříň 2 (CCTV II):**

Zařízení videodohledu: záložní federovaný server se záznamem GENETEC SLAVE

Zařízení videodetekce: záložní databázový server CITILOG SLAVE, záložní analyzátor (hotspare), záložní server pro záznam incidentů a postprocessing analyzátorů

Aktivní komunikační technologie bude tvořena dvěma 48-p switchi s optickým rozhráním. Navrženy jsou dva switche, jeden v každé ze skříní (CCTV I, CCTV II).

Dále jsou navrženy společné technologické L3 switche pro připojení do datové sítě DPMB a BKOM 48p s metalickým rozhráním. Tyto switche budou sloužit také pro připojení ostatních technologií a jsou součástí dodávky provozního souboru řídicího systému.

### **Komunikace s řídicím systémem technologie tunelu**

Systém CCTV a systém videodetekce bude komunikovat s řídicím systémem technologie tunelu následujícím způsobem:

a) Na platformě ethernetu TCP/IP, standardem MODBUS TCP nebo server TCP

D1006 → D1013:

Přepni kameru XX na monitor XX

Jdi do předpozice č.XX (otočné kamerové soupravy)

D1006 → D1013:

Výpadek kamery

Alarmové události systému videodetekce

b) Binárními kontakty:

D1006 → D1013:

Souhrnný alarm systému CCTV a videodetekce.

### **Záznamové zařízení lokálního CCTV systému**

V souladu s aktuálním trendem a požadavkem BKOM je navrženo lokální záznamové zařízení s diskovým polem RAID 5.

Videozáznamy budou dostupné z lokálního zálohovaného úložiště umístěného v PTO tunelu. Pro případ výpadku a selhání napájení jsou záznamové zařízení a servery vybaveny zálohovaným napájením.

### **Systém videodetekce**

Účelem nasazení videodetekčního systému je v reálném čase automaticky identifikovat nebezpečné situace v tunelu a v přilehlých lokalitách. Takto lze předejít haváriím a pokud již k havárii dojde, tak včasnou reakcí minimalizovat škody na majetku a zdraví osob.

Předmětem PS je dodání a instalace technologie a softwarového vybavení videodetekčního systému, její zprovoznění a uživatelské nastavení.

Videodetekční systém bude detekovat následující události:

#### **A) Detekce incident alarmů:**

- stojící tramvaj
- detekce chodců
- předmět na dráze
- kouř (ztráta viditelnosti)

#### **Technické alarmy:**

- ztráta videosignálu
- chyba komunikace mezi serverem a analyzátozem
- změna pozice kamery
- deaktivovaná detekce

#### **B) Režim v případě poruchy:**

V případě, kdy dojde k výraznému posunu kamery z její správné pozice, musí tento stav systém detekovat a upozornit operátora pomocí technického alarmu. Následně musí dojít přenastavení detekce nebo fyzickému natočení kamery do správné pozice.

#### **C) Režim pro údržbu**

Systém poskytuje rozhraní pro různé režimy provozu v tunelu, např. režim čištění nebo uzavření tunelu. V systému je možné přednastavit několik různých scénářů provozu (např. uzavření provozu, změna směru provozu).

Videodetekce je založena na algoritmu vyhodnocujícího a sledujícího trajektorii objektů, nikoliv na principu jednoduché detekce založené na detekční smyčce nebo čáře. Detekční algoritmus detekuje a vyhodnocuje incidenty v reálném čase s minimálním zpožděním.

Rozsah a podrobný popis detekovaných událostí jsou dány aktuálním stavem příslušných modulů videodetekčního systému.

Jako zdroj signálu pro videodetekci slouží signál z kamer CCTV systému. Videodetekční systém klade speciální požadavky na kompatibilitu a technické parametry kamer. Pro úspěšný a spolehlivý videodetekční systém (AID) je nutné zajistit maximální možnou kvalitu obrazu. V reálném prostředí tunelu jsou většinou nepříznivé světelné a klimatické podmínky a proto byl při návrhu kladen velký důraz na výběr kvalitních kamer. Kamery jsou IP s FullHD rozlišením a podporují minimálně dva video streamy s různými parametry, a s kompresí MPEG-4 nebo H.264. Jeden video stream je použitý pro automatickou detekci incidentu a druhý video stream ve vysokém rozlišení je použitý pro živé zobrazení a záznam.

- Stream1: AID stream 5 fps a CIF rozlišení
- Stream2: živé video 25 fps a HD rozlišení (1920x1080 nebo vyšší)

Kamery použitelné pro videodetekci jsou osazeny kvalitním snímacím čipem s vysokou citlivostí. Kamery mají velký dynamický rozsah (WDR minimálně 120 dB) a pokročilé funkce kompenzace protisvětla a vyvážení bílé barvy. Všechny tyto funkce jsou nastavitelné uživatelsky. Kamera poskytuje stream pomocí RTSP protokolu a jsou kompatibilní s protokolem Onvif profile S. Kamerová soustava je kompaktní bez nutnosti zasahovat do vnitřního prostoru kamerového krytu. Vzhledem ke snížení účinnosti videodetekce při znečištění průzoru, kamerový kryt obsahuje moderní materiály např. sklo s nanovrstvou. Všechny tyto prvky snižují náklady na údržbu kamerové soustavy. Kamera je doplněna objektivem s možností ovládat zoom a ostření vzdáleně. Kamery umožňují přímé připojení komunikačního portu na optické vlákno. Videodetekční systém je plně integrovatelný s již provozovanými systémy v tunelových stavbách v Brně.

Při realizaci je nutno splnit tyto požadavky:

- Umístění kamer, zejména stanovený max. rozestup mezi kamerami (vzdálenosti jsou specifikovány výrobcem videodetekčního systému v návaznosti na detekované události)
- Instalace kamer v opačném záběru (zde jde o kamery K5003 a K5011, které jsou instalovány speciálně pro videodetekční systém z důvodu zajištění správné funkce v kritickém úseku)
- Mechanická stabilita držáků a sloupů kamer
- Požadavky na osvětlení

Systém videodetekce bude komunikovat s řídicím systémem technologie tunelu způsobem popsaným výše.

Při detekování události bude automaticky řídicímu systému předána stručná alarmová informace, např. „chodec v tunelu“. Řídicí systém následně provede příslušná opatření. Podrobnosti této události, včetně možnosti přehrát si videozáznam incidentu, bude k dispozici na klientském pracovišti videodetekce.

Předpokládá se zřízení těchto klientských pracovišť videodetekce:

- Lokální velín tunelu PTO (nová instalace)
- Dispečink CTD Renneská (nová instalace)
- Dispečink DPMB Novobranská (nová instalace)



### **Lokální monitorovací pracoviště na velínu tunelu**

V místnosti č.1.06 PTO bude instalováno zařízení lokálního monitorovacího pracoviště, které se skládá z pracovní stanice PC, a monitorovací stěny, složené z 2 monitorů uhlopříčky 49“.

Na PC bude instalován software CCTV – klient videodohledu.

Dále bude instalováno PC a software AID s monitorem 49“ – klient videodetekce.

Videozáznamy bude možno prohlížet po přihlášení z lokálního úložiště videoserveru na PTO.

### **Přenosové technologie páteřních optických tras**

Přenosové technologie navazují na páteřní optické trasy TT Kamechy – CTD Renneská.

Tyto přenosové technologie budou tvořit segment Integrované IP technologické sítě videodohledu, telemetrie a řízení dopravní infrastruktury v systémech BKOM.

Při návrhu a realizaci je nutno dodržet podmínky koncepčně budované sítě BKOM a taktéž podmínky a doporučení vyplývající ze studie zpracované pro BKOM: „Řešení komunikační vrstvy integrovaných IP technologických sítí videodohledu, telemetrie a řízení dopravní infrastruktury v systémech BKOM“.

V rámci této stavby bude vybudován nový IP segment sítě PTO – DPMB Novobranská.

### **Připojení ke stávajícímu systému CCTV na CTD Renneská**

Pro monitorování na CTD Renneská bude instalována nová klientská stanice pro stávající systém Genetec Security Center, a nová klientská stanice pro Citilog, současně bude využita i s tím spojená již vybudovaná infrastruktura.

Předpokládají se SW práce na konfiguraci systémů a vyřešení licencí souvisejících s rozšířením systému (pro 1x klient Genetec, 1x klient Citilog), dále konfigurace federačního serveru pro plnohodnotný přístup a obsluhu nově instalovaných kamer.

### **Připojení ke stávajícímu systému CCTV na DPMB Novobranská**

Pro monitorování CCTV na dispečinku DPMB je v současné době použit systém Genetec Security Center na pěti klientských pracovištích. Pro účely videodohledu bude instalována nová klientská stanice a nové samostatné klientské pracoviště videodetekce Citilog.

## **3.14 PS 1014 - EZS - elektronický zabezpečovací systém**

Veškeré technologické prostory tunelu (rozvodny elektro a objekt PTO) nebudou trvale obsazeny údržbou. Je proto nezbytné je chránit proti neoprávněnému vstupu zařízením PZTS (elektronické zabezpečení – dříve EZS), které bude na technický dispečink signalizovat neoprávněné vniknutí do technologických prostor.

Pozn.: Dle ČSN EN 50131-1 ed.2 je nyní pro EZS používán termín „poplachový zabezpečovací a tísňový systém“ (dále jen PZTS).

V objektu PTO bude v m.č.1.06 instalována poplachová ústředna sběrnicevého typu s možností adresace připojených čidel. Na datovou sběrnici budou připojeny rozšiřující expandery, které budou rozšiřovat kapacitu ústředny. V PTO bude instalována

ovládací klávesnice a poplachová siréna, která bude signalizovat narušení objektu místně. Použita bude kombinace plášťové a prostorové ochrany objektu PTO a přístupové cesty do objektů z tubusu tunelu. Poplach bude přenášen na technický dispečink pomocí řídicího systému a záložní cestou prostřednictvím GSM komunikátoru. Při výpadku proudu bude zařízení zálohováno baterií na min. 12 hodin provozu.

Za vstupem do PTO bude instalována ovládací klávesnice se signalizačním tablem. Předpokládá se, vzhledem k používání objektu PTO více subjekty, rozčlenění jednotlivých prostor na samostatné podsystémy. V prostoru s klávesnicí bude použita zpožděná smyčka, v ostatních prostorách budou použity okamžité smyčky. Uzavřené prostory přístupné pouze z tunelu (rozvodny NN) budou mít osazeny detektory na dveřích pro kontrolu uzavření prostoru. Je nutné, aby detektory byly do dveří osazeny již při jejich výrobě.

V systému bude zprovozněna rovněž sabotážní smyčka, která bude signalizovat neoprávněný zásah do systému a případně poruchy., dále zastínění aktivních hlásičů tzv. antimasking. Prostřednictvím ŘS bude stav ústředny PZTS přenášen na technický dispečink.

Expandery budou umístěny v objektu PTO. Komunikace mezi ústřednou PZTS a řídicím systémem bude provedena přes binární vstupy/výstupy a také datově.

Ústředna PZTS a napájecí zdroje musí být napojeny na samostatně jištěný vývod z rozvaděče NN (diesel). Při výpadku napájení ze sítě nn bude zařízení EZS napájeno z vlastních zálohovaných zdrojů. Tyto záložní zdroje musí zajišťovat napájení zařízení EZS ještě po dobu min. 12 hodin.

Sběrníkové kabely vedoucí do ústředny jsou chráněny přepětovou ochranou, dále jsou chráněny kabely vedoucí k venkovním signalizačním prvkům.

## **Popis detektorů PZTS**

### Infrapasivní prostorový detektor pohybu – PIR

Je součástí prostorové ochrany objektu a ve spojení s ústřednou je určen k detekci pohybující se osoby v chráněném prostoru. Detektor PIR přijímá infračervené záření ve střeženém prostoru. V případě pohybu osoby dochází ke změnám v intenzitě infračerveného (tepelného) vyzařování pozadí, což je vyhodnoceno interním algoritmem detektoru PIR jako poplach. Použity budou detektory s prostorovou charakteristikou „vějíř“ se standardním nebo prodlouženým dosahem „záclona“. Všechny detektory budou upevněny standardně ve výšce 2,7 m od podlahy, pokud nebude kvůli místním podmínkám potřeba montážní výšku upravit, ne však výše než 2,9 a níže než 2,2 m. Detektory pohybu jsou vyznačeny v půdorysech s přesným požadavkem na instalaci pro každou místnost. Jejich finální umístění je však nutno koordinovat s ohledem na umístění nábytku a při případném osazení oken vertikálními žaluziemi musí být detektory předsazeny od rámu okna. Detektory budou namontovány pomocí kloubového držáku. Ve vybraných prostorách budou použity detektory s vyšším elektrickým krytím.

### Magnetický kontakt

Magnetické kontakty patří také do plášťové ochrany objektu a používají se jako detektor snímající otevření dveří nebo oken apod. Může být v provedení s povrchovou montáží nebo závrtný. V tomto případě budou magnetické kontakty použity na všech



vstupech do objektu PTO a vstupech do rozvoden elektro. Použity budou výhradně závrtné magnetické kontakty. Na propojení kabeláže smyčky PZTS s přívodním kabelem magnetického kontaktu (pokud nemá svorky) budou použity propojovací krabičky s tamper kontaktem.

Montáž závrtných magnetů je nutné koordinovat s dodavatelem dveří nebo oken. Je doporučeno montáž MG svěřit samotnému výrobcí nebo dodavateli dveří, aby nedošlo ke ztrátě záruky nebo jejich neúmyslnému poškození.

### **Návazná zařízení**

Od systému PZTS jsou ovládána následující zařízení:

1. Venkovní kombinovaná houkačka s majákem
2. Řídicí systém – tento ovládá další návazná zařízení

### **Požadavky na ŘS**

Podle požadavku bude řídicí systém na základě detekce neoprávněného vniknutí systémem PZTS tuto skutečnost signalizovat.

Přenos informací od ústředny PZTS a jejich zpracování na technickém dispečinku zajistí ŘS. Ústředna bude vybavena potřebným množstvím ovládacích kontaktů, které umožní přenos do ŘS.

### **Kabelové rozvody**

Rozvody budou provedeny dle odpovídajících ČSN a obecně platných předpisů. Musí být dodrženy zásady o úpravě rozvodných skříní, označování svorkovnic a kabelů, křížování a souběhu se silovým vedením.

Veškeré kabely vedené v prostoru tunelu a záchranné cesty musejí svým provedením vyhovovat ČSN EN 60 332-3 – nesmějí po svém povrchu šířit plamen.

Rozvod sběrnice je navržen bezhalogenovými stíněnými kabely FTP Cat.6. Rozvod k detektorům pomocí stíněného párovaného bezhalogenového kabelu, nešířícího oheň s Cu jádry 3x2x0,5 (pro magnetické kontakty).

Kabely v PTO budou uloženy ve zdvojených podlahách v drátěných kabelových žlabech. V technických místnostech (rozvodny, strojovny atd.) bude vedení uloženo na povrchu v tuhých PVC trubkách.

Kabelový rozvod k zařízením v tunelu bude veden zemním kabelovodem z multikanálů. Při přechodu vedení mezi jednotlivými požárními úseky, v horizontálním i vertikálním směru, budou prostupy opatřeny protipožárními ucpávkami, jejichž odolnost EI bude srovnatelná nebo vyšší, než je odolnost konstrukce, kterou prochází.

### **Napájení zařízení**

Napájení zařízení je navrženo z dieselagregátu, jako záložní zdroj napájení jsou použity akumulátory.

## **3.15 PS 1015 - Úpravy velínu Bkom**

Ve velínu BKOM Renneská bude umístěn nový klient ŘS. SW vybavení klientské stanice bude umožňovat plnohodnotný dohled a řízení provozu a technologického vybavení tunelu s podporou předávání řízení mezi ostatní pracoviště DPMB a BKOM.

Detailní popis řízení dopravy a technologického vybavení tunelu bude součástí SW projektu.

Budou doplněny stávající klientské stanice řídicího systému tunelových staveb včetně licencí o vizualizaci v rámci stavby TT Kamechy. V rámci zprovoznění komunikační sítě bude provedena konfigurace stávajícího přenosového zařízení na CTD BKOM.

### 3.15.1 SW výbava

Požadavky na SW výbavu dispečerského pracoviště je následující:

- Musí obsahovat SCADA HMI - aplikační SW vizualizace, vč. komunikačního propojení na servery ŘS umístěných v PTO, prezentace dat, ovládání a parametrizace dopravní a technologické části tunelu, archivace dat s možností jejich prohlížení, alarmového a provozního deníku
- Musí obsahovat veškeré licence použitého SW vybavení

### 3.15.2 HW výbava

Minimální konfigurace klientské stanice:

- 1x – PC, CPU INTEL i5, RAM 8GB, SSD 240GB, LAN, audio
- 3x LED / LCD min. 23“ 1920x1080, HDMI / Display port

### 3.15.3 Velkoplošné zobrazení Barco

Vizualizace technologických a přehledových schémat ze stavby TT Kamechy bude integrována na velkoplošné zobrazení BARCO stěny v místnosti velínu CTD. Vizualizace na velkoplošném zobrazení bude zobrazovat zjednodušené a přehledové schéma bez možnosti přímého ovládání. Aplikační SW řešení velkoplošného zobrazení bude dále:

- rozšířeno o komunikační část pro předávání dat ze serverů ŘS TT Kamechy,
- upraveno a optimalizováno velkoplošné zobrazení pro prezentaci dalších staveb a přehledových schémat,
- doplněno o vizualizaci technologických a dopravních schémat z TT Kamechy.

### 3.15.4 Základní technická data

Napěťové soustavy:

- 1NPE AC, 230V, 50Hz, TN-S

Ochrana před úrazem elektrickým proudem je řešena dle ČSN 33 200-4-41 ed.3.:

- Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí elektrického zařízení je dána jejich konstrukčním uspořádáním a je provedena izolací a kryty
- Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí elektrického zařízení je provedena ochranným uzemněním a pospojováním a automatickým odpojením od zdroje.

Ochrana před přepětím:

- první a druhý stupeň řešen v rámci napájecích rozvaděčů NN

- V rámci PS jsou dodány SPD 2. a 3. stupně, kde je na přívodu použita přepěťová ochrana s odrušovacím vf filtrem. 2. stupeň je opakován z důvodu vzdálenosti větší než 10m od předchozí SPD.

Elektromagnetická kompatibilita:

V rámci hlavních kabelových tras a kabelových rozvodů bude pro dodržení zásad elektromagnetické kompatibility, dle potřeby, provedeno:

- Roztřídění kabelů do různých skupin podle typu signálu, který jimi prochází. Například silové, sdělovací, nízko-úrovňové analogové atd.
- Seskupení každé třídy kabelů dohromady a kabely nebudou míchány z různých skupin.
- Kabelové svazky budou kříženy zejména pod pravým úhlem.
- Kabely budou pokládány na uzemněné nosné konstrukce (kabelové lávky) a budou vedeny v blízkosti kostry zařízení nebo přístrojů.
- Při zkracování kabelů nebudou svinovány do smotku, neboť se tím zvyšuje stupeň rušící vazby s okolními kabely.

### 3.15.5 Požadavky na výstavbu

#### Komplexní funkční zkouška (KFZ)

Pro zabezpečení komplexního vyzkoušení provozního souboru je nutné zabezpečit následující činnosti:

##### Montážní kontrola (MK)

Prohlídka všech částí nainstalovaných v rámci provozního souboru, kontrola všech kabelových propojení v souladu s projektem a v souladu se svorkovými schématy výrobců jednotlivých komponentů, kontrola povrchových úprav. Z této kontroly zabezpečí dodavatel zápis. MK bude provedena za účasti zástupců koordinátora a objednatele stavby. Na základě MK se zabezpečí podklady pro dokumentaci skutečného provedení.

##### Individuální funkční zkouška (IFZ)

Zjišťuje se funkčnost jednotlivých částí systému, a to jak samostatně, tak i v návaznosti na další části systému. Je nutné vyzkoušet správnost povelů a signálů od všech zařízení napojených na řídicí systém tunelu.

Podmínky provedení IFZ:

- úspěšné MK
- přítomnost zodpovědných osob jednotlivých provozních souborů souvisejících s řídicím systémem
- zabezpečení napájecího napětí
- zabezpečení revizních zpráv

Bude zaškolen personál pro obsluhu zařízení.

### 3.16 PS 1016 - Úpravy velínu DPmB

Ve velínu DPMB Novobranská bude umístěn nový klient ŘS. SW vybavení klientské stanice bude umožňovat plnohodnotný dohled a řízení provozu a technologického vybavení tunelu s podporou předávání řízení mezi ostatní pracoviště DPMB a BKOM. Detailní popis řízení dopravy a technologického vybavení tunelu bude součástí SW projektu.

Budou doplněny stávající klientské stanice řídicího systému tunelových staveb včetně licencí. Dále bude doplněna konfigurace sítě vč. licencí.

#### 3.16.1 SW výbava

Požadavky na SW výbavu dispečerského pracoviště je následující:

- Musí obsahovat SCADA HMI - aplikační SW vizualizace, vč. komunikačního propojení na servery ŘS umístěných v PTO, prezentace dat, ovládání a parametrizace dopravní a technologické části tunelu, archivace dat s možností jejich prohlížení, alarmového a provozního deníku
- Musí obsahovat veškeré licence použitého SW vybavení

#### 3.16.2 HW výbava

Minimální konfigurace klientské stanice:

- 1x – PC, CPU INTEL i5, RAM 8GB, SSD 240GB, LAN, audio
- 2x LED / LCD min. 23“ 1920x1080, HDMI / Display port

#### 3.16.3 Telestěna DPMB

Vizualizace technologických a přehledových schémat bude integrována do stávající telestěny DPMB, PC obsluhující telestěnu bude doplněno o komunikační část ze serverů TT Kamechy včetně licencí.

### 3.17 PS 1017 - Mobilní operátoři

Provozní soubor řeší potřebnou přípravu pro návrh technologického zařízení a vyzařovacího systému pro zajištění pokrytí signálu GSM v tramvajovém tunelu. Provozní soubor má úzkou návaznost na provozní soubor D1003 Radiové spojení (DPmB + IZS).

#### Síť mobilních operátorů

V tunelu je požadováno zajistit pokrytí sítí (sítěmi) mobilních operátorů. Tato síť je využívána DPMB pro datové přenosy do/z vozů tramvaje.

Tunelové rozvody, tj. především frekvenční rozsah vyzařovacího kabelu, budou navrženy tak, aby bylo možné uvnitř tramvajového tunelu šířit i všechna mobilními operátory požadovaná pásma a související datové služby.

Připojení signálu mobilních operátorů do vyzařovacího kabelu v tramvajovém tunelu bude zajištěno pásmovým sdružovačem. Místo připojení bude zkoordinována v dalších stupních dokumentace. Návrh, dodávku a instalaci systému mobilních operátorů bude řešeno v samostatné dokumentaci vybranými operátory.

### **Tunelový vyzařovací systém a anténní rozvody**

V tunelové troubě se rádiové signály budou šířit pomocí vyzařovacího kabelu (předmětem D1003), který přeneseme pásmo kmitočtů od 70 MHz do 2600 MHz.

Obvyklá pásma mobilních operátorů jsou: 800, 900, 1800, 2100, 2600 MHz.

Vyzařovací koaxiální kabel 1-1/4" je v tunelové troubě veden po stěně tunelu a je uchycen pomocí standardních držáků od výrobce. Připojení vyzařovacího kabelu v PTO na distribuční zařízení bude provedeno koaxiálním kabelem vedeným od distribučního zařízení kabelovým kanálem do tunelové trouby a na stěnu tunelu.

### **Distribuční zařízení**

Distribuční zařízení bude umístěno na střeše PTO, v rámci stavby bude provedena příprava pro umístění tohoto zařízení (napájecí přívody, prostor).

Rozvaděč distribučního zařízení budou připojeny samostatným vedením z určeného rozvaděče. Přívody budou samostatně měřeny.

### **Venkovní anténní systém**

Hlavní vnější přijímací anténní systém bude umístěn na stožáru umístěném na střeše PTO. Stožár je součástí D1003. Dále budou instalovány portálové antény na obou portálech tunelu.

### **3.18 PS 1018 - VZT zařízení**

Provozní soubor obsahuje technické řešení odvětrání vybraných prostor:

#### **a) Rozvodny R1 a R2 v tunelu**

Separátní nucené provětrávání (výměna vzduchu) každé místností v rozvodně, přívod a odvod vzduchu přímo do dopravního prostoru v tunelu, obsahuje požární klapky, čidla měření teploty. Větrání bude řízeno automaticky v závislosti na výměně vzduchu a na teplotě v místnostech s napojením na ŘS – signalizace poruch, překročení limitní teploty.

#### **b) PTO**

U všech místností PTO bude zajištěna nucená výměna vzduchu – separátně podle dělení na požární úseky. Místnosti 1.02, 1.03, 1.05 a 1.06 budou klimatizovány. Viz též SO 613 PTO.

V Brně, duben 2022

Vypracovali: kolektiv autorů

Kontrola: Ing. Vlastimil Horák