

1. Spis treści	
2. Podstawowe akty prawne	2
3. Systemy podstawowe	2
4. Nadrzędny System Zarządzania Tunelem (SZT) klasy SCADA	2
5. System wykrywania i sygnalizacji pożaru SAP	12
6. Liniowy światłowodowy czujnik temperatury LHD	14
7. System wentylacji	20
8. System nagłośnienia	23
9. System punktów alarmowych	24
10. System monitoringu wideo	26
11. System przesyłu danych	27
12. System zasilania podstawowego i awaryjnego	28
13. Oświetlenie podstawowe, awaryjne i ewakuacyjne	29
14. Automatyka pompowni	32
15. System komunikacji radiowej	32
16. System komunikacji radiowej służb ratowniczych i porządkowych	33
17. Monitoring nisz gaśniczych i hydrantowych	40
18. System zabezpieczenia ruchu tramwajowego	40
19. Odwodnienie	42
20. System zasilania podstawowego i awaryjnego	44
21. System hydrantów przeciwpożarowych	47
22. System przejść, ciągów ewakuacyjnych i urządzenia bezpieczeństwa	49
23. System przesyłu danych	50
24. System sterowania	50
25. Warunki bezpieczeństwa ppoż	53
26. Urządzenia pierwszej pomocy	54
27. Oznakowanie wyjść awaryjnych i dróg ewakuacyjnych	55
28. Pozostałe elementy	57

2. Podstawowe akty prawne

Podstawowymi aktami prawnymi określającymi standardy wyposażenia tuneli są:

- Dyrektywa 2004/54/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie minimalnych wymagań bezpieczeństwa dla tuneli w transeuropejskiej sieci drogowej
- Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych. (Dz.U. 2017 poz. 2222 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 16 maja 2012 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie
- RABT - Wytyczne dotyczące wyposażenia i eksploatacji tuneli, wydanie 2006 r.

3. Systemy podstawowe

Tunele o długości przekraczającej 400 m powinny być wyposażony w instalacje techniczne zapewniające ich prawidłową i bezpieczną eksploatację, w szczególności w:

- nadrzędny System Zarządzania Tunelem (SZT) klasy SCADA
- system wykrywania i sygnalizacji pożaru SAP
- liniowy światłowodowy czujnik temperatury LHD
- system wentylacji
- system nagłośnienia
- system punktów alarmowych
- system monitoringu wideo
- system przesyłu danych
- zasilanie podstawowe i awaryjne
- oświetlenia podstawowe, awaryjne i ewakuacyjne
- pomiar kierunku i siły wiatru
- system komunikacji radiowej
- system komunikacji radiowej służb ratowniczych i porządkowych
- system zabezpieczenia ruchu tramwajowego

4. Nadrzędny System Zarządzania Tunelem (SZT) klasy SCADA

Nadrzędny system sterowania i zarządzania klasy SCADA (z języka angielskiego Supervisory Control And Data Acquisition) zainstalowany w tunelu będący będzie nadzorował, sterował i zarządzał m. in. obszarami:

- Monitoring i sterowanie instalacją wentylacji

- Monitoring rozdzielni SN i NN
- Automatyka pompowni
- Monitoring systemu przeciwpożarowego SAP oraz LHD
- Monitoring systemu telefonów alarmowych SOS
- Monitoring systemu nagłośnienia
- Monitoring instalacji łączności radiowej
- Monitoring i zarządzanie systemem wideo
- Zarządzanie sygnalizacją
- Instalacja i szlaban zamykania tunelu
- Pomiar natężenia oświetlenia
- Pomiar przejrzystości powietrza
- Pomiar siły wiatru
- Monitoring i zarządzanie oświetleniem
- Monitoring nisz gaśniczych i hydrantowy
- System automatycznego prowadzenia pojazdu

W skład Systemu SZT wejdą centralne redundantne serwery, redundantne sterowniki PLC do zarządzania tunelem oraz wentylacją. Elementy te będą stanowić jądro Systemu Zarządzania Tunelem, do których będą podłączane redundantne moduły rozproszone z redundancją kart, urządzenia na sieci przemysłowej oraz stacje klienckie systemu wizualizacji. Ze względu na bezpieczeństwo i niezawodność pracy układów redundantnych w tunelach należy przygotować dwa pomieszczenia techniczne po jednym z każdej strony tuneli. Jądro systemu, czyli serwery i sterowniki zostaną rozmieszczone po jednym z pary w każdym z pomieszczeń technicznych. W przypadku zalania lub innej awarii powodującej uszkodzenie sterownika lub serwerów którymś z pomieszczeń technicznych drugi sterownik lub serwer przejmuje funkcję uszkodzonego. Dzięki takiej konfiguracji wystarczy tylko jedno sprawne urządzenie oraz działające pomieszczenie techniczne do obsługi całego tunelu. Zarządzanie procesem eksploatacji przejmą stacje wielomonitorowe zlokalizowane w pomieszczeniu przeznaczonym do pełnienia funkcji lokalnego Centrum Zarządzania Tunelem.

Wielostanowiskowy system wizualizacji klasy SCADA, który będzie zainstalowany w tunelu, ze względu na bezpieczeństwo, które musi być na najwyższym poziomie w inteligentnych systemach transportu i konieczność bezawaryjnej pracy będzie zbudowany w oparciu zachowanie pełnych zasad redundancji. Nawet krótka awaria może spowodować obniżenie bezpieczeństwa w przypadku pożaru i zwiększenia kosztów poprzez zatrzymanie

linii tramwajowych. Przewidziana redundancja została wbudowana, aby zagwarantować nieprzerwany ruch bez negatywnych skutków w przypadku awarii i związanej z tym utraty danych. Dodatkowo przewiduje się by redundancja w tunelach zostanie zrealizowana w oparciu o duplikację sprzętu i oprogramowania. Niezawodność systemu SCADA zostanie wdrożona poprzez zastosowanie „rezerwy dynamicznej”. W pomieszczeniach technicznych zostaną skonfigurowane redundantnie i połączone ze sobą dwa serwery. Jeden będzie pracował „Online” a drugi będzie w tzw. „Hot standby”. Obydwa serwery „rezerwy dynamicznej” będą pracowały bez przerwy i będą podlegać tym samym wymaganiom funkcjonalnym. Jednakże aktywny będzie tylko jeden serwer. Drugi, rezerwowo będzie synchronizował dane w trakcie pracy z urządzeniem podstawowym. Jeśli aktywny serwer ulegnie awarii, wykonywane jest „przełączenie w locie” i kontrolę przejmuje serwer rezerwowo, który był dotąd pasywny. System musi być zaprojektowany z redundancją wbudowaną, a redundancja serwerów musi być redundancją fizyczną, a nie wirtualną, w związku z czym nie przewiduje się możliwości wirtualizacji obsługi mechanizmów redundancji poprzez stosowanie zewnętrznych aplikacji innych niż oprogramowanie bazowe Systemu Zarządzania Tunelami, które umożliwia stworzenie systemu redundantnego. Stacja kliencka znajdująca się w pomieszczeniach technicznych oraz w Centrum Zarządzania Tunelem a także istniejące systemy zarządzania tunelem w centrum sterowania ruchem w ZDMK będą pobierały dane z aktywnych serwerów i będą wyposażone w cztery monitory co najmniej 28 calowe. Przewiduje się integrację z istniejącym systemem zarządzającym tunelem szybkiego tramwaju poprzez wspólną platformę rozproszoną połączonych serwerów w ramach jednego środowiska. Oprócz standardowych stacji klienckich przewiduje się dla autoryzowanych użytkowników konfigurowanych na serwerze możliwość dostępu do danych na urządzeniach mobilnych pracujących na dedykowanej aplikacji pod kontrolą systemu iOS i Android. Dane na aplikację mobilną będą przesyłane bezpośrednio z aktywnego serwera. Ponadto połączenie z serwerami systemu a urządzeniem mobilnym musi odbywać się przy użyciu bezpiecznego połączenia SSL.

Oprócz redundantnych serwerów zostaną zainstalowane w pomieszczeniach technicznych dwa sterowniki PLC w wersji redundantnej. Jeden sterownik będzie dedykowany do podsystemu wentylacji a drugi do zarządzania pozostałymi systemami zainstalowanymi w tunelu. Każdy z pary redundantnych sterowników w przypadku awarii będzie mógł przejąć zadania drugiego sterownika, przez co wystarczy sprawne tylko jedno pomieszczenie techniczne by zapewnić bezpieczne zarządzanie tunelem. Do każdego z sterowników będą podłączone redundantne moduły rozproszone, do których będą podłączane redundantne

moduły kart IO. Redundancja na poziomie rozproszonym będzie zapewniona poprzez redundancję na poziomie modułów rozproszonych, ich zasilania oraz kart IO. Takie rozwiązanie zapewni bezpieczeństwo systemu już na poziomie sygnałów cyfrowych i analogowych oraz jest najwyższym stopniem niezawodności i poziomu dostępności operacyjnej.

System SCADA zainstalowany w tunelu będzie posiadał architekturę hierarchiczną. System będzie podzielony na trzy poziomy:

- Poziom systemu wizualizacji, czyli poziom kontroli i nadzoru. Do poziomu tego będą należały centralne serwery oraz stacje operatorskie
- Poziom systemu automatyki, czyli poziom sterowania, obróbki algorytmu oraz odbioru danych. Na poziom ten będą składały się sterowniki redundantne do zarządzania tunelem i wentylacją
- Poziom urządzeń wykonawczych i pomiarowych. W tym poziomie znajdą się wszystkie moduły rozproszone wraz z modułami IO do których będą podłączone urządzenia wykonawcze i pomiarowe

Poziomy systemu automatyki i wizualizacji muszą cechować się całkowitą integralnością i spójnością w ramach jednego narzędzia programistycznego i być w pełni kompatybilne, tworząc rozproszoną platformę połączonych serwerów i stacji klienckich. Oprogramowanie będzie składało się z podprojektów wizualizacji i systemu automatyki a dane pomiędzy nimi będą wymieniane w sposób automatyczny poprzez kompilowanie projektu w oprogramowaniu głównym. Dane z poziomu automatyki będą obrabiane, analizowane i poprzez redundantny ring światłowodowy wysyłane do centralnych serwerów.

System wizualizacji będący częścią oprogramowania głównego, w którym zawarty jest również system automatyki będzie przeznaczony do wizualizacji, archiwizowania i sterowania procesami zachodzącymi w tunelu. System ten powinien być częścią całkowicie zintegrowanej automatyki i stanowić doskonale narzędzie do pełnej integracji sterowników obiektowych oraz charakteryzować się całkowitą spójnością funkcjonalną i pełną integracją w obrębie wszystkich tuneli w tym istniejących. Środowisko inżynierskie systemu wizualizacji będzie zawierać wszystkie elementy niezbędne do rozwiązywania nawet najbardziej skomplikowanych zadań stawianych przed systemami SCADA. Projektowany system wizualizacji będzie cechował się co najmniej następującymi funkcjami:

- Elastyczna, modułarna architektura i skalowalne komponenty hardware'owe oraz software'owe
- Stacje jedno i wielostanowiskowe

- Standardowa technologia PC do zastosowania w warunkach przemysłowych, z możliwością pracy na dowolnym z systemów Windows, Linux, Solaris,
- Ergonomiczny interfejs operatorskiej do wygodnej i bezpiecznej obsługi procesu technologicznego
- Otwartość systemu wizualizacyjnego
- Systemy w architekturze rozproszonej, czyli z możliwością jednoczesnej komunikacji pomiędzy serwerami oraz w architekturze server – client oraz redundantnej w tym z możliwością tworzenie redundancji 2x2 serwery
- Wydajny system archiwizujący opcjonalnie z osobnym serwerem archiwalnym online do wieloletniej długiej archiwizacji na bazie Oracle
- Możliwość wprowadzania zmian online bez zatrzymywania aktywnych aplikacji
- Monitoring zdalny procesu poprzez WWW z wykorzystaniem dedykowanej aplikacji będącej częścią systemu instalowalnej na dowolnym komputerze
- Aktywne przełączenie serwerów pomiędzy redundantnymi sterownikami poprzez połączenie „fault tolerant”
- Zmiany online bez zatrzymywania aktywnych aplikacji
- Wysoka niezawodność systemu
- Liczba obsługiwanych zmiennych co najmniej 65536
- Możliwość stosowania technologii Multi-Screen
- Priorytety alarmów
- Całe oprogramowanie rezydentne serwera uruchomione na obydwu komputerach (jeden serwer jest „aktywny”, a drugi jest „rezerwą dynamiczną”);
- Obydwa serwery aktywnie połączone są z procesem bez wykorzystywania wirtualizacji systemu na serwerach;
- Centralny system zarządzania użytkownikami, kontrola dostępu
- Kontrola aktywności systemów automatyzacji
- Stacje klienckie podłączone do serwerów w tym serwerów już istniejącego systemu Zarządzania Tunelem w krakowskim szybkim tramwaju pod dworcem głównym.
- Wbudowana możliwość tworzenia skryptów
- Możliwość generowania sygnałów akustycznych
- Centralna synchronizacja czasu na bazie GMT
- Całe oprogramowanie rezydentne serwera uruchomione na obydwu komputerach (jeden serwer jest „aktywny”, a drugi jest „rezerwą dynamiczną”)

- Jedno oprogramowanie nadrzędne do w wszystkich tuneli w tym istniejącego systemu w Tunelu Szybkiego Tramwaju pod Dworcem Głównym
- Obydwa serwery aktywnie połączone są z procesem bez wykorzystywania wirtualizacji systemu na serwerach
- Zintegrowana platforma z systemem automatyki umożliwiające automatyzację wymiany danych poprzez kompilowanie projektu w jednym narzędziu inżynierskim z systemem automatyki

Systemy automatyki PLC pracujący w tunelu będzie zrealizowany w oparciu o produkty z rodziny przemysłowej o najwyższej, jakości. Następujące własności czynią tego typu systemy wyjątkowo odpowiednimi dla zastosowania w tunelu:

- rozwiązanie modułowe, nie wymagające wentylacji, o mocnej zwartej konstrukcji,
- możliwość elastycznej rozbudowy,
- redundancja na wszystkich poziomach sterowania procesem,
- rozległe możliwości komunikacji,
- integralne diagnostyczne funkcje systemu,
- proste połączenie centralnych lub rozproszonych wejść/wyjść.

W tunelach przewiduje się dwie pary redundantnych sterowników PLC. Sterowniki te będą umieszczone w pomieszczeniach technicznych. Jeden z tych sterowników będzie dedykowany do zarządzania tunelem a drugi do obsługi wentylacji. Sterowniki te muszą cechować się integralnością z systemem wizualizacji. Sterowniki te powinny w sposób automatyczny generować zmienne oraz alarmy do systemu wizualizacji w oparciu o jedno narzędzie programistyczne. Do każdej pary redundantnych sterowników przyłączona będzie rozproszona struktura systemu wejść/ wyjść poprzez redundantny układ magistralowy i rozproszone redundantne stacje. Należy stosować najbardziej zaawansowane technologicznie sterowniki przemysłowe PLC o charakterystyce co najmniej:

- wbudowany interfejs sieci czasu rzeczywistego Profibus i 2x Profinet
- Ilość zintegrowanej pamięci: 32 Mbytes (16 MB na program, 16 MB na dane)
- obsługa protokołu MRP (Media Redundancy Protocol)
- bardzo krótki czas wykonania instrukcji w mikrosekundach
- konstrukcja bez wentylatora
- duży wybór modułów I/O, opcji komunikacyjnych, modułów funkcyjnych
- praca wieloprosesorowa
- zakres prac temperaturowych: od -25 do +70 stopni celcjusza
- synchronizacja redundancji procesorów na dystansie 10km

- interfejsy do systemów IT
- liczba obsługiwanych wejść / wyjść cyfrowych: 262144
- liczba obsługiwanych wejść / wyjść analogowych: 16364
- wersja „fault tolerant”.

W normalnych okolicznościach system automatyki PLC będzie pracował w trybie automatycznym. Sterownik będzie automatycznie przetwarzał i wykonywał algorytm sterowania. W trybie automatycznym będzie istnieć możliwość przełączenia poszczególnych urządzeń wykonawczych (silników, klap, itd) albo całych obszarów na tryb manualny. Urządzenia te będzie można wówczas włączać poprzez system wizualizacji. Automatyka nie wywiera na nie w tym wypadku żadnego wpływu. W systemie zostanie przewidziana możliwość blokady załączania lub wyłączania w trybie ręcznym urządzeń, gdy niespełnione są pozwolenia na wykonanie takiej operacji. Wszystkie sygnały w systemie będą przez pewien czas buforowane tak, że nagłe impulsy, nie będą wywierać wpływu na proces. Będzie zapewniona możliwość zmiany buforowania dla każdej z grup w systemie wizualizacji. Poszczególnymi członami sterowniczymi takimi jak silniki, zawory, zasuw, przełączniki, itd. kierować będą moduły funkcyjne w PLC ze zintegrowaną logiką sterowania. Takie moduły będą przetwarzać w blokach DB dane z interfejsów wejścia i wyjścia oraz interfejsu wizualizacji. Poszczególne człony sterownicze będą połączone z programem w PLC poprzez moduły funkcyjne. Do złącza wejściowego tych modułów będą trafiać przed ich wywołaniem dane dotyczące odpowiedniego członu sterowniczego, a złącze wyjściowe po wywołaniu wyśle z powrotem przetworzone dane o stanie członu sterowniczego. Złącze wejściowe będzie interpretować najważniejsze parametry jako formalne argumenty operacji. Oprócz tego będą też argumenty operacji służące jedynie wymianie danych z systemem wizualizacji. Interfejs wywołujący program będzie definiował te argumenty jako parametry wyjścia, które nie będą musiały być konieczne połączone przewodami.

W blokach danych DB instancji funkcji będą przechowywane np. dane o warunkach uruchomienia i automatyki, meldunkach kontrolnych bramek i położeniach końcowych, rodzajach trybów, zatwierdzeniach, meldunkach zakłóceń, awaryjnych włączeniach systemu, czasach kontroli itd. Każdy człon sterowniczy będzie przysyłał do systemu meldunki w systemie wizualizacji określoną ilość zgłoszeń (stany, alarmy, ostrzeżenia), składających się z numeru identyfikacyjnego urządzenia i tekstu meldunku. Teksty meldunków będą edytowalne tylko raz dla każdego członu sterowniczego, po czym będą one automatycznie łączone z danym numerem identyfikacyjnym urządzenia i generowane w systemie wizualizacji.

System wizualizacji będzie składał się nie tylko z wizualizacji poszczególnych obszarów, ale również będzie spełniał m.in. funkcje podane w poniższych zakresach.

✓ Sterowanie oraz kontrola procesu

System zapewni możliwość sterowania ręcznego lub automatycznego zgodnie z uzgodnionym algorytmem sterowania i scenariuszami oraz oddziaływanie operatora na proces lub wybrane urządzenie (załącz, wyłącz, otwórz, zamknij itp.). System pozwoli także na zmianę warunków pracy poszczególnych urządzeń oraz monitoring wszystkich urządzeń przewidzianych do obsługi i podsystemów znajdujących się w tunelu. Plany akcji / scenariuszy uruchamiane będą w sposób automatyczny półautomatyczny lub ręczny. Plany akcji muszą być aktywowane i dezaktywowane poprzez wyzwalacze, którymi mogą m. in.:

- Data i czas
- Poziom swobody ruchu na punkcie pomiarowym
- Typ zdarzenia z detekcji zdarzeń (np.: wtargnięcie pieszego)
- Średni czas podróży na odcinku
- Pożar
- Itd.

✓ Wizualizacja graficzna procesu technologicznego

System zapewni możliwość w zależności od danego stopnia szczegółowości podgląd całego procesu technologicznego aż do wizualizacji pracy jednego obiektu albo grupy urządzeń lub pomiarów, oraz dynamiczne zmiany wyświetlanych danych. Przewiduje się, iż podstawowym obrazem systemu wizualizacji będzie uproszczony schemat technologiczny układów zapewniających poprawną pracę tunelu drogowego, który to będą stanowić bazę wyjściową do wybierania innych podsystemów, na których będą uwidocznione z uwzględnieniem kolorystyki stany pracy poszczególnych urządzeń oraz podstawowe parametry technologiczne pracy. Użytkownik będzie mógł przedstawić na każdym z czterech monitorów dowolny obraz. W obrazie podstawowym systemu wizualizacji będą wyszczególnione następujące części:

- Linia zgłoszeń (1 linijka)
- Pasek zadań obszaru z podglądem zbiorczym dla maksymalnie 16 obszarów
- Obraz użytkowy, względnie obraz zgłoszeń i wykresów
- Przełączalny pasek zadań użytkownika z funkcjami standardowymi i przyciskami do obsługi poszczególnych obszarów.

Poszczególne ekrany zorganizowane będą w sposób graficznie odzwierciedlający topograficzne i funkcjonalne rozmieszczenie obiektów/urządzeń. Przy pomocy myszy dokonać

będzie można wyboru określonego urządzenia. Wyświetlony zostanie wtedy ekran przedstawiający ten obiekt oraz jego parametry. Szczegółowe rysunki zostaną sporządzone w oparciu o dokumentację poszczególnych elementów systemu oraz w trybie konsultacji z użytkownikiem. Przewiduje się, iż stan urządzenia, np. wentylatora przedstawiony będzie przy pomocy symbolu, którego kolor będzie zależał od aktualnej sytuacji np. zielony-praca, żółty-postój, czerwony-awaria. Pomiar wartości ciągłych przedstawiony będzie w przybliżonym miejscu ich rzeczywistego usytuowania.

✓ Archiwizacja danych

Aktualne dane przeznaczone do archiwizacji zostają zapisane w pamięci pracującej w czasie rzeczywistym bazy danych jako aktualny obraz procesu i pozostają tam tak długo, aż zostaną zamienione przez wartość bardziej aktualną. Dane te będą wykorzystywane do tworzenia raportów w aplikacji do raportowania. Równolegle do lokalnej archiwizacji w bazie danych systemu, System Zarządzania Tunelem musi pozwalać opcjonalnie na równoległą archiwizację w zewnętrznej centralnej bazie danych jak np. Oracle, służącej do długoterminowego przechowywania danych. System będzie pozwalał na tworzenie kopii bezpieczeństwa.

✓ Analiza trendów

System będzie zawierał wykresy danych „online” zdefiniowanych wcześniej w danych archiwizowanych. Będzie istnieć możliwość odtworzenia z systemu raportującego wykresu z historii w zadanym przedziale czasowym, jak również wydrukowania takiego przebiegu.

✓ Obsługa alarmów i zdarzeń

Komunikaty będą dzielone w zależności od pochodzenia i priorytetu na komunikaty: alarmowe, eksploatacyjne, dotyczące zdarzeń, zwrotne, o zakłóceniach i o stanie. Przetwarzanie alarmu oznacza wpis w obszar alarmów na monitorze i w liście alarmowej. W odpowiednim synoptycznym obrazie instalacji pojawi się migoczący, barwny komunikat oraz na masce głównej jako alarm zbiorczy. Każdy komunikat będzie pozwalał się skwitować. Zapewniona będzie możliwość skwitowania pojedynczych komunikatów jako sensownych, oraz uzgodnionych ze zleceniodawcą skwitowań grupowych. Zapewnione będą możliwości podziału na następujące tryby kwitowania:

- komunikat przychodzący aktywny, nieskwitowany
- komunikat przychodzący nieaktywny, nieskwitowany
- komunikat przychodzący aktywny, skwitowany
- komunikat przychodzący nieaktywny, skwitowany

Alarmy i zdarzenia będą prezentowane w formie tabelek i będą mogły być podzielone na przychodzące, wychodzące, zatwierdzone. Każdy z nich będzie można drukować na drukarce.

Każdy komunikat będzie można przyporządkować do jednego z co najmniej 9 priorytetów. To przyporządkowanie do priorytetów służy do selekcjonowania komunikatów według priorytetów we wszystkich obszarach przetwarzania.

Wiersze alarmowe będą posiadać następujące cechy:

- Wiersze alarmowe są dostępne w każdym oknie instalacji. System pokazuje przy tym co najmniej trzy ostatnie, nieskwitowane alarmy.

- Z każdego wiersza alarmowego istnieje możliwość bezpośredniego wyboru związanego z nim okna instalacji

- Skwitowanie można przeprowadzić z „wiersza alarmowego“ lub z listy alarmowej.

- Sporządzanie raportów

- ✓ Raportowanie

SZT będzie dysponował dopracowanym systemem raportowania. Do każdego zaprotokołowanego zdarzenia należą między innymi następujące atrybuty:

- czas zdarzenia,

- pochodzenie,

- znaczenie,

- priorytet, itp.

System raportowania będzie mógł zasadniczo rejestrować wszystkie zachodzące i meldowane zdarzenia z każdego modułu funkcjonalnego i urządzenia. Będzie także rejestrować i protokołować wszelkie działania systemu zarządzania, nawet jeżeli będą to tylko zdarzenia ukierunkowane na procesy lub na użytkownika. System raportowania oprócz wysłania danych do wydruku, będzie miał także możliwość generowania danych do formatu Excel, Word i do plików PDF. System musi mieć możliwość współpracy z darmowymi i otwartymi aplikacjami do raportowania z wykorzystaniem otwartego protokołu SOAP.

- ✓ Kontrola dostępu

System wizualizacji będzie dysponował wydajnymi aplikacjami administracyjnymi. Dzięki nim można zarządzać hasłami użytkowników i łatwo instalować nowych użytkowników. System będzie w stanie definiować różne kategorie użytkowników. Kategorie te będą połączone z hasłem tak, aby w trakcie logowania danego użytkownika odbywała się bezpośrednio odpowiednia autoryzacja. Mechanizm nadawania uprawnień w systemie będzie związany z systemem logowania. Każdy z użytkowników będzie posiadał swój unikalny login i hasło określający poziom dostępu. Po zalogowaniu system umożliwi lub zablokuje możliwość pracy na poszczególnych maskach dla odpowiednich operatorów według listy uprawnień. Użytkownicy posiadający te same uprawnienia do pracy na danych maskach będą mogli

pracować i kontrolować pracę tych samych urządzeń równolegle bez względu, na jakiej stacji operatorskiej pracują.

✓ Otwartość

Ze względu na to, że System Zarządzania Tunelem będzie pełnił rolę integracyjną, musi wykazywać się bardzo dużą otwartością i posiadać wbudowaną możliwość komunikacji co najmniej poprzez takie otwarte interfejsy jak:

- OPC UA: DA, AC, HA
- OPC: DA, AE, HDA
- IEC 61850 / IEC 61400
- DNP3
- IEC 60870-5-101, -104
- Ethernet /IP
- Modbus TCP
- ADO
- ODBC
- OL-DB
- XML RPC
- JSON
- SOAP
- HTTP
- SNMP

✓ Skalowalność

System Zarządzania Tunelem musi posiadać możliwość tworzenia struktury rozproszonej i tworzenia systemów o dużym stopniu skomplikowania w tym redundancji 2x2 serwery, gdzie komunikacja następuje na poziomie serwerów w ramach jednego środowiska, przy czym konfiguracja serwerów może być dowolna. System również musi umożliwiać rozszerzanie ilości stacji klienckich, serwerów w ramach jednej aplikacji (jednego systemu).

5. System wykrywania i sygnalizacji pożaru SAP

Tunel zostanie wyposażony w adresowalne centrale sygnalizacji pożarowej. Dzięki temu poszczególne elementy adresowalne podłączone do centrali dają się indywidualnie identyfikować i grupować oraz istnieje możliwość podłączenia do nich elementów wykonawczych i monitorujących.

Zastosowane centrale sygnalizacji pożarowej powinny:

- nadzorować samoczynnie podłączone elementy detekcyjne, moduły monitorująco-sterujące oraz inne urządzenia instalowane na pętlach dozorowych,
- analizować alarmy I-go stopnia, II-go stopnia, zgłoszenia zakłóceń dla linowych urządzeń detekcji pożaru,
- analizować alarmy I-go stopnia, II-go stopnia, zgłoszenia zakłóceń dla systemów przeciwpożarowych pomieszczeń technicznych i tunelu,
- transmitować, za pośrednictwem systemów monitorujących, sygnały o alarmie pożarowym i uszkodzeniach do straży pożarnej,
- nadzorować detekcję pożaru w tunelu za pomocą światłowodowej liniowej czujki temperatury,
- sygnalizować poprzez system nagłośnienia oraz dodatkową sygnalizację optyczną o wystąpieniu alarmu pożarowego.
- umożliwiać bezpośrednie podłączenie czujek pożarowych, modułów wejść/wyjść, modułów synoptycznych, sygnalizatorów alarmowych instalowanych na pętlach dozorowych, paneli strefowych oraz detektorów zasysających dymu (ASD) na liniach dozorowych.
- zapewniać izolatory zwarć we wszystkich urządzeniach instalowanych na liniach dozorowych
- umożliwiać zmianę parametrów czujek w funkcji czasu i zmiany warunków zewnętrznych,
- zapewniać możliwość tworzenia raportów o zabrudzeniu czujek punktowych, z dokładnym poziomem zabrudzenia podanym w procentach,
- pozwalać na zdalne zarządzanie konfiguracją centrali oraz podgląd zdarzeń za pomocą sieci Ethernet,
- umożliwiać podgląd zdarzeń i obsługi alarmów za pomocą urządzeń mobilnych

Oprócz funkcji, za które odpowiadają centrale pożarowe przewiduje się pełną integrację central systemu przeciwpożarowego z systemem SZT, który będzie pozwalał na obsługę elementów systemu PPOŻ. Do integracji wykorzystane zostaną otwarte protokoły np. OPC, BACnet.

Zakłada się 2 niezależne centrale systemu pożarowego (pierwsza dla komory nr 1 i pomieszczenia technicznego nr 1, oraz druga dla komory nr 2 i pomieszczenia technicznego nr 2), wyposażone w dotykową konsolę obsługową z kolorowym ekranem o przekątnej co najmniej 12”.

W Centrum Zarządzania Tunelem umieszczona będzie konsola obsługowa z drukarką, która będzie umożliwiała obsługę całego obiektu przez personel Centrum.

Wszystkie centrale będą połączone za pomocą podwójnego ringu światłowodowego będącego częścią systemu przesyłu danych, zbudowanego na wydzielonych włóknach światłowodowych planowanej infrastruktury obiektu.

System wykrywania i sygnalizacji pożaru

Dla ochrony obiektu należy zamontować adresowalne czujki dymu. Sygnalizowanie alarmu pożarowego powinno odbywać się indywidualnie przez każdą czujkę w systemie. Podczas alarmu strefa i adres czujki wykrywającej pożar powinna być wyświetlona na wyświetlaczu na stanowisku monitorującym tunel.

Do ochrony obiektów należy zapewnić możliwość wysyłania wszystkich informacji sygnalizacji pożaru do centrum zarządzania tunelem i/lub centrum zarządzania kryzysowego.

UT ma być przystosowane do sterowania automatyką tunelu i głównym wyłącznikiem prądu oraz monitorowania sygnałów innych układów automatyki tunelu.

System liniowej detekcji pożaru powinien obejmować swym dozorem oddzielnie każdą z naw tunelu. Dla ochrony obiektu każdą z naw tunelu należy oddzielnie wyposażać w czujki liniowe pożaru z dokładnością detekcji do 1,5m na długości nawy w uzgodnieniu z rzeczoznawcą ds. ppoż.

Partner Prywatny zobowiązany jest do opracowania scenariuszy rozwoju zdarzeń w czasie pożaru, które uzgodnić należy ze służbami ratowniczymi, medycznymi, policją, rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych.

System punktów alarmowych

Wyznaczając funkcjonalność ochrony obiektów należy zaprojektować oraz wykonać system ręcznego ostrzegania o pożarze w pomieszczeniach i tunelu drogowym oraz systemu łączności w punktach alarmowych w tunelu.

Punkty alarmowe zlokalizować należy we wnękach ścian zewnętrznych tunelu, powinny być usytuowane w pobliżu wjazdów i w głębi tunelu w odstępach, które nie przekraczają 150 m, w tym na wysokości zatoki awaryjnej, jeżeli występuje.

Punkty alarmowe należy oznaczyć w sposób zapewniający identyfikację lokalizacji punktu, tym samym zapewniając możliwość identyfikacji miejsca zdarzenia

6. Liniowy światłowodowy czujnik temperatury LHD

W tunelu przewiduje się także automatyczny system detekcji pożaru w oparciu liniowy światłowodowy czujnik temperatury. Liniowy światłowodowy system detekcji temperatury będzie składać się z kontrolera (jednostki przetwarzającej) i w zależności od typu kontrolera, jednego lub dwóch kabli sensorycznych. Kontroler będzie analizował wartości temperatury

wykrywane przez kabel detekcyjny, porównując je z zaprogramowanymi kryteriami alarmu oraz uruchamiając alarm, gdy kryterium to zostanie osiągnięte.

System liniowej detekcji temperatury powinien monitorować temperaturę w zakresie określonego zakresu i właściwie reagować na wzrost temperatury:

1. Alarm

a. Alarm powinien zostać uruchomiony, gdy temperatura lub trend temperaturowy w strefie (podobszarze) przekroczy zdefiniowane kryteria.

b. Alarm powinien być sygnalizowany przez fabrycznie skonfigurowane wyjście alarmowe, czerwoną diodę ALARM i brzęczyk w kontrolerze.

c. Jeśli jest to wymagane, powinny być również przesyłane informacje np. na temat alarmów z poszczególnych stref, za pomocą dodatkowych wyjść.

d. Dodatkowo powinna istnieć możliwość przesyłania informacji z punktów adresowych każdej strefy do systemu nadrzędnego, poprzez interfejs.

e. Potwierdzenie powinno dezaktywować brzęczyk a dioda ALARM powinna zacząć migać (wskazując, że alarm nie został wciąż skasowany).

f. Kasowanie dezaktywuje alarm. Powinno to jednak być możliwe dopiero po ustaniu alarmu. W takim przypadku wyjścia alarmowe oraz dioda ALARM są również dezaktywowane a kasowanie jest raportowane do systemu nadrzędnego.

2. Prealarm;

a. Prealarmu jest zdarzeniem porównywalnym z alarmem, którego aktywacja nie jest określana kryterium alarmu, ale prealarmu.

b. Prealarm powinien aktywować zaprogramowane wyjścia i pomarańczową diodę PRE-ALARM

c. Dodatkowo powinna istnieć możliwość przesyłania informacji z prealarmów, z punktów adresowych każdej strefy do systemu nadrzędnego.

d. Konfiguracja systemu powinna umożliwiać następujące opcje:

– Po prealarmie, dioda LED i zaprogramowane wyjścia są kasowane automatycznie, gdy tylko prealarmu przestanie być aktywny lub

– Po prealarmie, dioda LED i zaprogramowane wyjścia muszą zostać skasowane.

3. Komunikat o uszkodzeniu systemu:

a. Komunikat o uszkodzeniu systemu powinien zostać wygenerowany w przypadku wystąpienia następujących zdarzeń:

– Przerwania światłowodu

– Usterki kontrolera

- Braku zasilania
 - Przekroczenia napięcia zasilania lub temperatury kontrolera poza dopuszczalny zakres
 - Braku aktywnego pomiaru
 - Błędu użytkownika
- b. Uszkodzenie systemu powinno aktywować na stałe zaprogramowane wyjście uszkodzenia, żółtą diodę “SYSTEM FAULT” i brzęczyk kontrolera.
- c. W przypadku przerwania światłowodu, powinno zostać aktywowane dodatkowe wyjście sygnalizujące ten rodzaj uszkodzenia.
- d. Komunikat o usterce, z punktem adresowym zdarzenia, powinien być również przekazany do systemu nadrzędnego, jeśli taki jest wymagany.
- e. Komunikat o uszkodzeniu musi być dezaktywowany poprzez kasowanie.
4. Przerwanie światłowodu:
- a. Kontroler musi monitorować podłączony kabel detekcyjny w sposób ciągły, na całej jego długości wraz z możliwością oceny jego jakości.
- b. Jeśli długość kabla sensorycznego zmieni się (np. z powodu przerwania kabla) lub jakość włókien pogorszy się poza dopuszczalny zakres, kontroler musi raportować przerwanie kabla.
- c. Wystąpienie takiego zdarzenia powinno aktywować sygnał o uszkodzeniu włókna.
- d. System musi być skonfigurowany w taki sposób, żeby po przerwaniu włókna, nadal była prowadzona detekcja do miejsca przerwania kabla lub, jeśli zostało tak skonfigurowane, proces pomiaru zostaje przerywany.
5. Tryb testowy:
- a. Musi istnieć możliwość ustawienia kontrolera w tryb testowy w trakcie wykonywania prac uruchomieniowych lub konserwacyjnych.
- b. Wykonanie tej czynności powinno być możliwe za pomocą stacyjki kontrolera lub z poziomu systemu nadrzędnego.
- c. Dla celów związanych z aktywacją testu, powinny być zdefiniowane specjalne strefy prealarmu i alarmu.
- d. Sygnalizacja alarmu lub innych sygnałów na wyjściach oraz transmisja sygnałów do systemu nadrzędnego powinny mieć opcję aktywacji lub deaktywacji.
6. Wejścia:
- a. Kontroler musi być wyposażony, w co najmniej kilka wejść alarmowych,
- b. Wejścia te powinny być używane do potwierdzania i kasowania kontrolera, jak również transmisji alarmu lub sterowań z podłączonego systemu.

c. Stan aktywny wejść (niski lub wysoki), jak również powiązane funkcje, powinny być skonfigurowane dla każdego wejścia.

7. Wyjścia:

a. Kontroler musi zapewniać przynajmniej jedno fabrycznie zdefiniowane wyjście alarmu zbiorczego oraz jedno ogólnego uszkodzenia.

b. Wyjście alarmu zbiorczego musi być zdefiniowane jako normalnie zamknięte, a wyjście ogólnego uszkodzenia, jako normalnie otwarte.

c. Wyjście alarmu zbiorczego musi być uruchamianie przez każdy alarm.

d. Wyjście ogólnego uszkodzenia musi być aktywowane przez dowolną usterkę systemu.

e. Podczas braku napięcia zasilania, wszystkie wyjścia powinny otwarte, co będzie powodować, sygnalizację uszkodzenia, ale nie alarmu.

f. Dodatkowo kontroler powinien posiadać dodatkowe wyjścia swobodnie programowalne.

g. Wyjścia programowalne powinny się dać przyporządkować do dowolnego alarmu, prealarmu, uszkodzenia lub wejścia.

h. Dodatkowo powinna być możliwość stosowania ich przy sterowaniu (np. wentylacją, oświetleniem).

i. Stan aktywny wyjść programowalnych (styki NO lub NC) a także ich właściwości (kasowanie ręczne lub automatyczne) powinny być skonfigurowane indywidualnie.

j. Wszystkie wejścia alarmu i uszkodzenia powinny mieć możliwość kasowania ręcznego.

k. Sposób uruchomienia prealarmów oraz wyjść sterujących powinny być swobodnie programowalne.

l. Wyjście, które musi być kasowane ręcznie, powinno być dezaktywowane poprzez aktywne kasowanie.

m. Wyjścia kasowane automatycznie, powinny być dezaktywowane automatycznie, po ustaniu kryteriów alarmu.

n. Jeśli wyjście jest kasowane automatycznie, powinno zostać aktywowane, jeśli jedno z kryteriów zostanie spełnione. Dezaktywacja wyjścia powinna nastąpić, gdy żadne z kryteriów nie jest już aktywne.

8. Punkty adresowe:

a. Punktem adresowym jest numer ID zdarzenia, który powinien być używany do raportowania zdarzeń do systemów zewnętrznych.

b. Punkty adresowe mogą być przyporządkowane do alarmów, prealarmów, przerwania włókna, wejścia, usterek i zdarzeń systemowych, takich jak potwierdzenie, kasowanie i tryb testowy.

c. Powinno się rozróżniać dwa typy punktów adresowych:

– Adresy systemowe powinny być przyporządkowane do zdarzeń, które nie są związane ani ze światłowodem, ani ze strefami;

– Punkty adresowe światłowodu powinny być powiązane do zdarzeń ze stref i innych zdarzeń związanych ze światłowodem.

d. Punkty adresowe w przypadku usterek systemowych, trybu testowego, potwierdzenia, kasowania itp., powinny być przyporządkowane do zdarzeń domyślnie. Jeśli jest to konieczne, powinny być również swobodnie definiowane.

e. Punkty adresowe światłowodu powinny być przyporządkowane do alarmów, prealarmów, sterowań, przerwania włókna i innych zdarzeń związanych ze światłowodem zgodnie ze stałą zasadą.

Kontroler światłowodowej liniowej czujki temperatury powinien spełniać, co najmniej następujące warunki:

- Powinien być w stanie dokonywać niezawodnego pomiaru temperatury w dowolnym punkcie na całej długości kabla sensorycznego.
- W zależności od typu kontrolera pomiar temperatury powinien być gwarantowany na kablu detekcyjnym o długości 1, 2, 4, 6 lub 10 km. W przypadku systemu dwukanałowego pomiar powinien dotyczyć dwóch kabli sensorycznych o długości 1, 2, 4, 6 lub 10 km każdy (2x10 km).
- System musi być zgodny z projektem normy EN54-22 dla klasy A1N w zakresie detekcji, na całej długości kabla detekcyjnego, do 10 km lub 2x10 km.
- Cykl pomiaru temperatury na całej długości kabla (do 2x10km) nie może przekroczyć 16 sek.
- Dzięki optymalizacji cyklu pomiarowego i rozdzielczości, powinien być możliwy niezawodny oraz bezusterkowy pomiar zmian temperatury o kilka stopni Celsjusza na minutę.
- Umożliwiać stworzenie profilu temperaturowego na całej długości pomiarowej z rozdzielczością przestrzenną 0,25; 0,5; 1 lub 3 metrów (w zależności od konfiguracji kontrolera).

- Cała długość pomiarowa może zostać podzielona logicznie na maksymalnie 1000 swobodnie programowalnych stref (w systemie 2-kanalowym: 2 x 1000). Musi być możliwe nachodzenie stref na siebie.
- Musi być możliwe przyporządkowanie indywidualnych kryteriów prealarmu i alarmu dla każdej strefy.
- System musi umożliwiać dokładną lokalizację pożaru przy prędkości wiatru do 10 m/s.
- System powinien dostarczać niezbędnych informacji na temat wielkości pożaru i jego rozprzestrzeniania.
- Kontroler powinien monitorować kabel sensoryczny pod kątem przerwania włókna i jego jakości.
- System powinien być wyposażony w zintegrowany zegar czasu rzeczywistego i pamięć zdarzeń.

Kontrolery światłowodowej liniowej detekcji pożaru będą w pełni zintegrowane w systemie SZT który będzie monitorował i kontrolował liniową detekcję pożaru poprzez połączenie z kontrolerami poprzez otwarty interfejs Modbus TCP. Diagnostyce w systemie SZT będą podlegały także same kontrolery. SZT będzie odwzorowywał strefy detekcji skonfigurowane w kontrolerach prezentując temperatury w poszczególnych stref jak również będzie możliwość odłączania poszczególnych odcinków bezpośrednio z systemu SZT.

Montaż kabla sensorycznego należy zrealizować na stropie tunelu za pomocą przymocowanych uchwyty zaciskowych. W celu uniknięcia wpływów zakłóceń elektromagnetycznych przy prowadzeniu przewodów należy zachować odstęp minimum 0,50m w stosunku do równolegle przebiegających przewodów energetycznych oraz minimum 0,20m odstęp od kabla radiowego. Ponadto uważać należy na wpływ zakłóceń termicznych np. przez układ wydechowy ciężarówek lub przez instalację oświetlenia tunelu. Ułożenie kabli zależy od geografii obszaru, który ma być monitorowany i ograniczeń instalacji. Kabel sensoryczny powinien być instalowany w najwyższym punkcie pomieszczenia w odległości 5 do 20 cm od sufitu.

Zwykle w przypadku tuneli o maksymalnej szerokości do 10 m, umieszcza się tylko jeden kabel. Jeśli tunel jest szerszy niż 10 m, stosuje się 2 lub więcej kabli w celu zapewnienia wczesnej detekcji. Odstęp między dwoma zaciskami mocującymi nie może przekraczać 1m. Pierwszy zacisk za skrzynką przyłączeniową powinien zostać zamontowany w odległości ok. 30 cm. Taki sam odstęp obowiązuje na końcu odcinka kablowego przed skrzynką końcową. Przy użyciu zaślepek końcowych, należy je umieścić w niewielkim odstępie od ostatniego zacisku. Skrzynki przyłączeniowe i końcowe – punkty przyłączeniowe powinny zostać

zamontowane w obszarze tunelu w odpowiednio zaprojektowanych miejscach. Doprowadzenie kabla sensorycznego następuje tylko do tych miejsc.

7. System wentylacji

W tunelu należy zaprojektować i wykonać system wentylacji mechanicznej.

Sterowanie wentylacją będzie odbywać się poprzez redundantny sterownik PLC dedykowany do tego obszaru. Wszystkie urządzenia, które odpowiadają za napędy i klapy będą podpięte bezpośrednio do magistrali sterownika odpowiadającego za zarządzanie wentylacją. Do sterownika PLC będą podpięte redundantne moduły rozproszone do których będą podłączone także sygnały z czujników pomiaru widoczności i prędkości i kierunku powietrza. Przy pomiarach wartości zmeńnienia dla każdego z urządzeń pomiarowych na rurę przeprowadza się analizę wartości średniej w zadanych interwałach. Z ustalonych wówczas sześciu wartości pomiaru wybiera się najwyższą wartość na rurę jako wejściową wartość sterowania.

System Zarządzania Tunelem będzie realizował algorytmy pracy wentylacji dla:

- wentylacji normalnej
- wentylacji planowej
- wentylacji pożarowej

Z reguły system będzie pracował w trybie regulacji normalnej. W tym przypadku sterowanie jest podejmowane w tunelu w zależności, od jakości powietrza i w przypadku alarmu pożarowego zmieniane jest na regulację wentylacja pożarowa. Jeśli obsługujący przełączy system sterowania wentylacją w tryb pracy planowej system będzie regulował pracę urządzeń tak, aby utrzymać zadany przepływ i kierunek. Przy wystąpieniu alarmu pożarowego dochodzi do zmiany sterowania na sterowanie na bazie dostarczonych algorytmów i scenariuszy pożarowych. Przy projektowaniu i doborze rodzaju wentylacji w zależności od długości tunelu instalacji należy brać pod uwagę wytyczne RABT2006.

Należy stosować wybrany rodzaj wentylacji zgodnie z wytycznymi RABT w zależności od długości tunelu:

- do 400m: Wentylacja naturalna wzdłużna
- 400 do 600m: Wentylacja mechaniczna wzdłużna
- 600 do 1200m: Po przeprowadzeniu analizy ryzyka: a) wentylacja mechaniczna wzdłużna b) wyciąg dymu przez duży otwór wyciągowy c) Wyciąg dymu przez ślepy pułap ze sterowanymi otworami wyciągowymi
- od 1200 m: Wyciąg dymu przez ślepy pułap ze sterowanymi otworami wyciągowymi

System wentylacji

Zastosowana wentylacja powinna być zgodna z zapisami Decyzji o Środowiskowych Uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia oraz obowiązującymi przepisami.

Wentylacja w stanie normalnej eksploatacji.

W czasie normalnej eksploatacji tunelu tramwajowego wentylacja grawitacyjna (naturalna) z wykorzystaniem „tłoka” realizowanego w nawie przez poruszający się tramwaj, wspomaganej doraźnie (przewietrzanie) wentylatorami strumieniowymi.

Wentylacja pożarowa.

Wentylacja pożarowa w tunelu tramwajowym będzie realizowana w oparciu o zestawy wentylatorów zapewniających krytyczną prędkość przepływu powietrza przy której nie występuje zjawisko przepływu dymu w kierunku przeciwnym do założonego, przy czym nie powinna być ona niższa niż 1,5 m/s.

Uwaga: Skuteczność zaprojektowanego systemu oddymiania dla tunelu tramwajowego musi być potwierdzona, na etapie wykonywania PB, wynikami analiz numerycznych.

Instalacje wentylacyjne tunelu zapewnić mają:

W trakcie zwykłej eksploatacji:

- wymianę powietrza - aby nie zostały przekroczone stężenia zanieczyszczeń zagrażające przebywającym w tunelu użytkownikom dróg,
- bezpieczeństwo i komfort jazdy - poprzez usuwanie dymów ograniczających widoczność oraz regulowanie temperatury i ruchu powietrza.

W przypadku pożaru:

- redukcję gorąca i dymu na drogach awaryjnych i ewakuacyjnych. Zapewnienie użytkownikom tuneli możliwości ucieczki.

Prędkość przepływu powietrza w tunelu z wentylacją nie powinna być mniejsza niż 1,5 m/s.

Celem poprawnego doboru systemu wentylacji poprzecznej należy wykonać symulację działania instalacji wentylacyjnej w tunelu z wykorzystaniem oprogramowania komputerowego przy założeniu odpowiedniej ilości dymu i gazów pożarowych.

Założone parametry pożaru muszą zostać uzgodnione z rzeczoznawcą d/s p.poż i właściwą jednostką straży pożarnej odpowiedzialną za zaopatrzenie przeciwpożarowe w wodę.

W przypadku wentylacji poprzecznej powietrze zasilające ma być doprowadzane przez oddzielny kanał nawiewny do przestrzeni drogowej, a powietrze zużyte ma być odprowadzane przez kanał zbiorczy wywiewny.

Dla każdego kanału systemu wentylacji powinny być dobrane i zlokalizowane główne wentylatory (nawiewne i wywiewne) systemu wentylacji poprzecznej. Lokalizacje wentylatorów, ich osłonę wraz z systemem tłumienia hałasu, czerpnie i wyrzutnie należy dobrać i wybudować w oparciu o dobrany system wentylacji. Wysokość wyrzutni wentylacyjnych nad poziomem terenu winna wynikać z obowiązującego prawa.

Jeżeli zanieczyszczenia powietrza usuwanego z tuneli przekraczają dopuszczalne stężenia z uwagi na ochronę środowiska, powinny być zastosowane specjalne urządzenia oczyszczające przed wyemitowaniem do atmosfery.

System wentylacji winien zapewniać spełnienie wymagań obowiązujących przepisów w zakresie nieprzekroczenia dopuszczalnych poziomów natężenia hałasu.

Ze względu na ryzyko pożaru powietrze zasilające należy wprowadzać dołem, a powietrze zużyte odsysać przez otwory w stropie.

Otwory ssące mają być zaprojektowane i wykonane zgodnie z poniższymi wymaganiami i powinny spełniać wymagania zarówno w zakresie zwykłej eksploatacji jak i w czasie pożaru:

- Odessanie dymu:
 - Dym powinien być odsysany przez otwory rozmieszczone w stropie tunelu.
- Wymagania względem kanału i zaworów ssących:
 - Do kanału musi być zapewniony dostęp.
 - prędkość przepływu w kanale, zgodnie z wykonanymi obliczeniami,
 - Każdy z zaworów powinien być sterowany oddzielnie.
 - Wykonana instalacja ma być szczelna.
 - Przekrój poprzeczny przepływu zaworów powinien wynosić od 2,2 do 5 m², w zależności od strumienia przepływu i odległości pomiędzy poszczególnymi zaworami (przekrój należy potwierdzić stosownymi obliczeniami na etapie projektu budowlanego).

Partner Prywatny ma opracować i przedstawić na etapie prac projektowych symulacje skuteczności pracy systemu wentylacyjnego dla poniższych przypadków:

- kontrolowanie zanieczyszczeń emitowanych przez pojazdy szynowe
- kontrolowanie gorąca i dymu w przypadku pożaru.

System należy wyposażyć w czerpnie i wyrzutnie. Wszelkie elementy systemu wentylacji winny uwzględniać konieczność pracy w przypadku pożaru (wysokie temperatury).

8. System nagłośnienia

Projektowany system nagłośnienia spełniać będzie wymagania stawiane centralom DSO (centrala będzie posiadać certyfikat EN 54-16 oraz Świadectwo Dopuszczenia CNBOP) nie będzie jednak ich spełniał jedyne w zakresie wartości współczynnika zrozumiałości mowy STI oraz braku certyfikatu CNBOP dla dedykowanych głośników do rozwiązań tunelowych. Rozmieszczenie głośników powinno zostać oparte na metodzie SLASS (Synchronioda Sed Longitudinal Announcement Speaker System). Metoda SLASS polega na takim opóźnieniu głośników zamontowanych w tunelu, aby dźwięk z danego głośnika został wyzwany w momencie dojścia do niego fali dźwiękowej z poprzedniego głośnika. Oznacza to, iż dany głośnik powinien być opóźniony w stosunku do jego poprzednika o czas odpowiadający przebyciu przez dźwięk dystansu pomiędzy tymi dwoma głośnikami. Takie podejście ma za zadanie wytworzenie jednego czoła fali dźwiękowej oraz zmniejszenie niekorzystnych interferencji w wyniku, którego nastąpi wzrost zrozumiałości mowy w stosunku do podejścia bez zastosowania tej metody. W tym celu każdy głośnik zostanie podłączony do niezależnego kanału wzmacniacza i będzie niezależnie regulowany. Ze względu na trudne warunki akustyczne w tunelach dobór głośników musi zostać oparty na przeprowadzonych symulacjach akustycznych.

W skład urządzeń centralnych systemu nagłośnienia wchodzić będą urządzenia sterujące, wzmacniacze wielokanałowe, a także pulpity mikrofonów strażaka oraz mikrofony strefowe. Sercem systemu będzie nowoczesna platforma, która umożliwi cyfrową, skalowalną komunikację pomiędzy wszystkimi elementami systemu, a także pomiędzy innymi zintegrowanymi systemami bezpieczeństwa. Architektura systemu bazować będzie na połączeniu światłowodowym w topologii podwójnego ringu w ramach sieci głównej SZT.

Zgodnie z przepisami system nagłośnienia musi spełniać następujące kryteria:

- w przypadku wykrycia alarmu pożarowego i wysterowania przez system SSP, system nagłośnienia natychmiast staje się niezdolny do wykonywania funkcji nie związanych z ostrzeganiem o niebezpieczeństwie (takich jak przywoływanie, odtwarzanie muzyki lub uprzednio zapisanych informacji przesyłanych do głośników w obszarach wymagających transmisji alarmu),

- w ciągu 3s od zaistnienia zagrożenia system jest zdolny do rozgłaszania komunikatów ostrzegawczych przez Operatora lub automatycznie po otrzymaniu sygnału z Centrali Sygnalizacji Pożarowej (CSP),
- system jest zdolny do jednoczesnego nadawania sygnałów ostrzegawczych i komunikatów słownych do jednej lub kilku stref jednocześnie, zgodnie z przyjętym sposobem alarmowania,
- system nagłośnienia zaprojektowany jest tak, że uszkodzenie pojedynczego wzmacniacza lub linii głośnikowej nie powoduje całkowitej utraty obszaru pokrycia,
- uszkodzenie pojedynczego wzmacniacza lub linii głośnikowej nie powoduje całkowitej utraty obszaru pokrycia,
- sygnał ostrzegawczy oraz komunikat słowny powinny być nadawane kolejno bez przerwy, aż do zmiany zgodnej z procedurą ewakuacji, lub ręcznego wyciszenia.

Do rozgłaszania słownych komunikatów ewakuacyjno-ostrzegawczych, komentarzy a także do ręcznego wyzwolenia automatycznych komunikatów ewakuacyjnych zastosowane zostaną mikrofony strażaka i strefowe. W przypadku pojawienia się alarmu pożarowego rozpocznie się procedura ewakuacji obiektu poprzez automatyczne uruchomienie rozgłaszania odpowiednich komunikatów ewakuacyjnych. System umożliwi przejęcie kontroli przez funkcjonariusza PSP i nadawanie komunikatów słownych przez mikrofonowe panele strażaka. System SZT będzie monitorował pracę systemu nagłośnienia. Serwery systemu będą komunikowały się z serwerem systemu nagłośnienia z wykorzystaniem technologii OPC lub cyfrowo. System SZT będzie wizualizował stan pracy systemu nagłośnienia oraz stan połączenia z serwerem nagłośnienia. System SZT musi także posiadać sterowania komunikatami ze swoich stacji operatorskich.

9. System punktów alarmowych

Projektowany system interkomowo – telefoniczny będzie służył do dwukierunkowej szybkiej łączności pomiędzy poszczególnymi punktami a kontrolerem ruchu w Centrum Sterowania Ruchem. Jest to system służący do wewnętrznej łączności głosowej między stacjami operatorskimi znajdującymi się we wszystkich pomieszczeniach technicznych tunelu a interkomami alarmowymi umieszczonymi w punktach alarmowych. W związku z tym zastosowany system komunikacji powinien posiadać trzy panele operatorskie umiejscowione w wyżej wymienionych lokalizacjach. W danym momencie powinien działać jeden panel operatorski. Panele powinny być wyposażone w przyciski do szybkiego wyboru połączenia z każdym terminalem interkomowym. Panel powinien jednoznacznie określać podświetleniem

LED terminal, z którego nawiązano połączenie. Powinna istnieć możliwość zmiany aktywnego panelu zarządzającego i odbierającego połączenia z terminali zlokalizowanych w tunelu. Centrale Interkomowe zainstalowane zostaną w pomieszczeniu serwerowni na terenie Centrum Zarządzania Tunelem oraz w pomieszczeniach technicznych tunelu. Centrale poprzez sieć poprzez podwójny ring światłowodowy Systemu Zarządzania Tunelem będą ze sobą połączone. Do połączenia i transmisji danych i mowy będzie wykorzystywana technologia VoIP.

Poprzez wewnętrzną sieć Ethernet z wykorzystaniem technologii OPC do SZT przekazywane będą informacje o zaistniałych zdarzeniach:

- aktualnie realizowane połączenie
- oczekujące w kolejce połączenie
- lokalizacja urządzenia wywołującego
- awaria zasilania
- awaria UPS
- uszkodzenie kart systemu
- uszkodzenie linii transmisyjnych /brak łączności z pozostałymi centralami/
- inne uszkodzenia techniczne

Zaproponowany system powinien zapewniać wysoki poziom bezpieczeństwa. Ze względu na ewentualną konieczność późniejszej analizy zaistniałych zdarzeń alarmowych, rozmowy prowadzone pomiędzy interkomami alarmowymi a stacją operatorską będą podlegały rejestracji (przewiduje się rejestrację do 4 rozmów jednocześnie). System powinien posiadać funkcje nadzoru poprawności działania centrali, monitoring ciągłości połączeń pomiędzy terminalami a centralą a także funkcję umożliwiającą testowanie poprawności działania układów mikrofonu i głośnika terminali SOS. W momencie wyzwolenia połączenia interkomowego powinno nastąpić również automatyczne przełączenie obrazu kamery obserwującej interkom (jeżeli takowa występuje). Dodatkowym elementem służącym podniesieniu poziomu bezpieczeństwa w tunelach, jest możliwość nagrania dowolnego komunikatu, który zostanie automatycznie odtworzony w stacji interkomowej, której użyto do połączenia z centrum dozoru. Dzięki temu osoba wzywająca pomoc może precyzyjnie zostać poinformowana o tym, że wkrótce rozmowa zostanie odebrana. Nie ma sytuacji, w której osoba używająca interkomu usłyszy zwykły sygnał oczekiwania i nie wie, czy ktoś zgłoszenie przyjmie, czy też nie.

Wymagania dotyczące obudowy terminala interkomowego:

- obudowa wandaloodporna
- styki antysabotażowe

- przycisk nadawania komunikatów o wysokiej wytrzymałości mechanicznej
- odporna na działanie czynników atmosferycznych,
- kolor obudowy: pomarańczowy lub strażacka czerwień włącznie z nalepką „symbolu słuchawki“ lub „SOS” na powierzchniach bocznych 2 sztuki
- kabel instalacyjny i puszka montażowa
- włącznie z osprzętem i materiałem montażowym do montażu w szafie punktu alarmowego, na ścianie tunelu w przecznicach oraz na klatkach schodowych ewakuacyjnych

Urządzenie głośnomówiące powinno być wyposażone w:

- przycisk wywołania,
- dioda świecąca,
- mikrofon
- głośnik,
- 3 wejścia bezpotencjałowe, 2 wyjścia przekątnikowe

Funkcje testowania poprawności działania urządzeń i redundancja:

- Centrala powinna w przypadku wykrycia błędu działania lub wyłączenia centrali ta powinna sygnalizować błąd za pomocą wyjścia przekątnikowego.
- System powinien zapewnić monitoring ciągłości linii, dzięki któremu natychmiastowo raportowane jest utrata połączenia z którąkolwiek ze stacji interkomowych z jednoznacznym wskazaniem uszkodzonej linii/interkomu
- System powinien mieć możliwość monitoringu układu mikrofon – głośnik, funkcja ta zapewnia możliwość okresowego (np. co kilka minut) sprawdzania czy układy mikrofonu i głośnika każdej ze stacji działają poprawnie,
- System powinien zapewnić redundantność działania – w razie awarii centrali systemu interkomowego załączona będzie druga redundantna centrala

10. System monitoringu wideo

Należy zaprojektować system monitoringu wideo składający się z kamer obrotowych, stałopozycyjnych, termowizyjnych i ANPR oraz redundantnych rejestratorów wraz ze stacjami roboczymi i pulpitemi. Jądrzem monitoringu wideo będą redundantne fizyczne rejestratory zlokalizowane w dwóch niezależnych pomieszczeniach technicznych. Kamery obrotowe należy zamontować na przystankach podziemnych. Należy przewidzieć pokrycie obrazem całego tunelu tak by nie było ani jednej strefy niemonitorowanej. Każda kamera ma być chroniona przed kradzieżą i uszkodzeniem przez monitoring innej. Kamery termowizyjne należy

zainstalować na wlotach tunelu. Należy przewidzieć rejestrację obrazu przez 31 dni z 25 klatkami na sekundę

System monitoring wideo należy wyposażyć w zaawansowaną analizę wideo. Zastosowane algorytmy analizy obrazu powinny pracować w czasie rzeczywistym i umożliwiać analizę bieżącego obrazu z kamer. Nie dopuszcza się wykorzystania systemu tylko i wyłącznie z analizą zarejestrowanego materiału. Algorytmy powinny umożliwiać, co najmniej poniższe detekcję:

- detekcja wtargnięcia na torowiska w rejonie peronów przystankowych
- detekcja wtargnięcia do tunelu tramwajowego pojazdów lub ludzi
- detekcja tablic rejestracyjnych pojazdów wjeżdżających do tunelu (algorytm bezpośrednio w kamerze)
- detekcja szybkiego przemieszczania się w rejonie peronów przystankowych

System Zarządzania Tunelem musi posiadać interakcje z systemem monitoringu wideo i posiadać funkcjonalność:

- pobierania strumienia obrazu z wszystkich kamer składających się na monitoring wideo w tunelu i prezentowania w systemie SZT

- monitoring statusów wszystkich kamer składających się na monitoring wideo w tunelu. Szczegółowa lista statusów będzie uzgodniona z Zamawiającym na etapie realizacji

- zawierać na maskach wizualizacyjnych systemu pojawiające się alarmowe okno z obrazem połączone z występowaniem zdarzeń:

- naciśnięcie przycisku ROP
- uruchomienie kolumny SOS
- uaktywnienie się czujki PPOŻ
- uaktywnieniem zdarzeń z analityki wideo takich jak: wtargnięcie do tunelu tramwajowego pojazdów wraz z odczytem numeru rejestracji lub ludzi, wtargnięcie na torowiska w rejonie peronów przystankowych, szybkiego przemieszczania się w rejonie peronów przystankowych
- innych ustalonych na etapie realizacji z ZDMK.

Ponadto każde takie zdarzenie musi być rejestrowane i archiwizowane w dzienniku alarmów systemu SZT łącznie z numerami tablic rejestracyjnych samochodów wjeżdżających do tunelu.

11. System przesyłu danych

W obrębie tunelu należy zaprojektować sieć światłowodową w topologii podwójnego ringu. Wszystkie instalacje w tunelu muszą być podłączone do takiej topologii sieci poprzez switche

z funkcją obsługi podwójnego ringu. Połączenia wykonane będą światłowodem jednodomowym, wielowłokowym w powłoce nierozprzestrzeniającej płomienia. Ringi włączone zostaną do przemysłowych przełącznic sieci Ethernet charakteryzujących się najwyższymi z dostępnych obecnie na rynku parametrami technicznymi, możliwością tworzenia sieci czasu rzeczywistego, niezawodnością i dostępnością opcji konfiguracyjnych takich jak:

- modułarna budowa
- technologia 10/100/1000 Mbps, switchy szkieletowe z obsługą 10Gbps
- możliwość rozbudowy do 24 portów 10/100/1000 Mbps
- konwertery mediów elektryczne / optyczne
- zintegrowane zarządzanie redundancją, standardowe procedury redundancji RSTP
- szerokie funkcje diagnostyczne poprzez przeglądarkę internetową, SNMP
- obsługa sieci wirtualnych VLAN
- MTBF na poziomie co najmniej 24 lat
- obsługa sieci czasu rzeczywistego Profinet
- routing pomiędzy sieciami o odmiennym IP
- zakres prac temperaturowych: od -10 stopni do +60
- redundantne zasilanie
- Obsługa warstwy L3
- możliwość konfiguracji z poziomu oprogramowania narzędziowego systemu SZT w ramach jednego środowiska
- i wiele innych

12. System zasilania podstawowego i awaryjnego

Zasilanie urządzeń technicznego wyposażenia tunelu w energię elektryczną musi zapewniać niezakłóconą pracę systemów niezbędną do osiągnięcia wysokiego poziomu bezpieczeństwa energetycznego.

Zasilanie odbywa się w obwodzie lub poprzez 2 bezpośrednie linie zasilania. Przerwanie obwodu lub awaria jednej linii skutkować będzie doprowadzeniem zasilania z drugiej strony lub przez drugi linię promieniową. Należy zapewnić zasilanie z dwóch niezależnych źródeł GPZ (Główny Punkt Zasilający) oraz przewidzieć awaryjne zasilanie z agregatów. Ponadto każda z rozdzielnic musi być wyposażona w mierniki parametrów sieci.

W tunelu w rejonie każdego z pomieszczeń technicznych będą znajdowały się rozdzielnice niskiego napięcia NN oraz średniego napięcia SN. W rozdzielnicach do zastosowań typu np.

SZR (samoczynne załączanie rezerwy) przewiduje się zastosowanie lokalnych sterowników z lokalnym panelem z tej samej rodziny co sterowniki Systemu Zarządzania Tunelem. W rozdzielniach zostaną umieszczone też redundantne moduły rozproszone, do których będą doprowadzone sygnały z rozdzielni i za pomocą magistrali przemysłowej trafiać będą do sterownika PLC odpowiadającego za zarządzanie tunelem. W systemie należy monitorować każdy punkt pomiarowy i statusy urządzeń.

13. Oświetlenie podstawowe, awaryjne i ewakuacyjne

Przy projektowaniu oświetlenia w szczególności należy brać po uwagę wytyczne RABT2006. Należy zaprojektować oświetlenie w tunelu w technologii LED i wyposażyć w oświetlenie ogólne, awaryjne, orientacyjne i ewakuacyjne.

Należy wyposażyć tunele następujące instalacje oświetleniowe:

- oświetlenie podstawowe
- oświetlenie nisz technicznych i sygnalizacyjnych
- instalacje systemu oświetlenia awaryjnego i ewakuacyjnego
- oświetlenie orientacyjne

Zadaniem oświetlenia przejazdowego będzie zapewnienie jak najlepszych warunków świetlnych dla tramwajów poruszających się wewnątrz tunelu. Dla zapewnienia możliwości prowadzenia prac w niszach sygnalizacyjnych i korzystania z szafek gaśnic w sytuacji zagrożenia przewiduje się ciągłe oświetlenie LED. Celem instalacji systemu oświetlenia awaryjnego i ewakuacyjnego będzie zapewnienie bezpieczeństwa, tak by osoby znajdujące się w tunelu w sytuacji awaryjnej mogły bezpiecznie się po nim poruszać w kierunku wyjść ewakuacyjnych lub nisz sygnalizacyjnych. W przypadku tuneli z funkcją systemu oświetlenia jest również zapewnienie komfortu widzenia, pozwalającego na poruszanie się w bezpieczny sposób na odcinku całego tunelu. Cały układ oświetlenia awaryjnego i ewakuacyjnego będzie wyposażony w zasilacze napięcia bezprzerwowego UPSy zapewniający czas podtrzymania zasilania przez 120 min.

Sterowanie oświetleniem będzie zapewniać w pełni zautomatyzowaną realizację oświetlenia tunelu podczas wszystkich trybów pracy tunelu

Dla każdej rury tunelu przewiduje się trzy mierniki luminacji:

- jeden w obszarze na zewnątrz portalu do pomiarów luminacji w otoczeniu portalu tunelu
- jeden na obszarze wjazdowym
- jeden na obszarze przejazdowym

Dla oświetlenia wjazdowego regulacja poziomów oświetlenia realizuje się w zależności od gęstości oświetlenia zewnętrznego, czasu dnia i gęstości ruchu drogowego. System SZT będzie pozwalał płynnie uzyskiwać stopnie regulacji

Regulacja oświetleniem przejazdowym następuje w zależności od pory dnia, a także, przy zdarzeniach specjalnych, takich jak włączenie sygnału alarmowego, użycie gaśnicy, otwarcie drzwi wyjścia ewakuacyjnego, a także pożaru. Podczas oświetlenia nocnego (obniżenie) pojedyncze obwody świetlne lampy będą wyłączane, względnie ściemniane. W okresach słabego ruchu w tunelu oświetlenie może zostać jeszcze dodatkowo zredukowane. Przełączenie na 100% odbywa się wraz ze wzbudzeniem instalacji sygnalizacji pożaru, po alarmie spowodowanym. System Zarządzania Tunelem będzie sterował i nadzorował całą instalację oświetleniową w tunelu jako system nadrzędny. Nie przewiduje się sterowania lokalnego do systemów oświetleniowych. System SZT umożliwiać z poziomu operatorskiego tworzenie schematów sterowań obwodami w tym schematów na bazie zegara czasowego i astronomicznego. Schematy te będą wyzwalane automatycznie, półautomatycznie i ręcznie. Sterowanie półautomatyczne będzie załączało wykonywany schemat sterowania po uprzednim potwierdzeniu przez operatora. Wyzwalaczami sterowań będą przedziały czasowe jak i inne sygnały alarmowe ustalone z Zamawiającym na etapie realizacji.

System oświetlenia podstawowego, awaryjnego i ewakuacyjnego

W tunelu należy zaprojektować i wykonać oświetlenie sztuczne wykorzystywane przez całą dobę wyposażone w odpowiedni system sterowania. Zmiana poziomu oświetlenia tunelu stosowanego w czasie dnia na stosowany w nocy musi być przeprowadzona stopniowo.

Do systemów sterowania muszą być dostarczone odpowiednie programy konfiguracyjne, monitorujące i diagnostyczne.

Tunel należy również wyposażyć w awaryjne oświetlenie zapasowe zapewniające użytkownikom minimalną widoczność w przypadku awarii zasilania oraz awaryjne oświetlenie ewakuacyjne, takie jak lampy, umieszczone na wysokości nie większej niż 1,5 m prowadzące w sytuacji zagrożenia poruszających się pieszo użytkowników do wyjść awaryjnych.

Klasę oświetleniową oraz parametry oświetleniowe należy ustalić na podstawie różnych parametrów mających wpływ na widoczność w tunelu na etapie opracowania projektu budowlanego.

Na podstawie przeprowadzonej symulacji komputerowej należy dobrać odpowiednią ilość opraw oświetleniowych. Ilość i rozmieszczenie opraw oraz ich rodzaj należy dobrać tak aby zapewniony został właściwy poziom oświetlenia.

Oświetlenie bezpieczeństwa (awaryjne):

- Oprawy oświetleniowe działające w nocy mają pełnić również funkcję oświetlenia awaryjnego i muszą być podłączone do instalacji z nieprzerwanym źródłem (UPS) zasilaniem i włączać się automatycznie w przypadku przerwy w dostawie prądu.

Oświetlenie ewakuacyjne i oznaczenia dróg ewakuacyjnych:

- Oświetlenie kierunkowe i dróg ewakuacyjnych wykonać należy przy pomocy specjalnych opraw oświetleniowych montowanych w specjalnych wnękach wykonanych w ścianie środkowej. Oprawy te wykonać należy jako dwufunkcyjne, podświetlenie piktogramu z kierunkiem ewakuacji - dwie świetlówki kompaktowe oraz oświetlenie (kierunkowe oznakowanie sekwencyjne lub fala świetlna w kierunku najbliższego wyjścia ewakuacyjnego według opracowanych przez Partnera Prywatnego scenariuszy ewakuacji) drogi ewakuacji w halogenowe źródło światła.
- Należy zainstalować przy wyjściach ewakuacyjnych w każdej nawie tunelu oświetlenie, które oświetlać ma drogi ucieczkowe. Oświetlenie ewakuacyjne powinno włączać się automatycznie wyłącznie w razie pożaru lub ręcznie przez jednostkę monitorującą.
- Oznaczenia dróg ucieczkowych należy zrealizować z zastosowaniem piktogramu przedstawiającego uciekającą postać (skierowaną w kierunku wyjścia ewakuacyjnego) oraz strzałki wskazujące kierunek ucieczki oraz odległości do wyjścia awaryjnego lub portalu i ma być przez cały czas oświetlone.
- Wnętrze nisz ewakuacyjnych należy oświetlić. Oświetlenie to powinno być załączane poprzez otwarcie drzwi do niszy.
- Oświetlenie kierunkowe i dróg ewakuacyjnych ma być cały czas włączone.
- W sytuacjach awaryjnych, spadek luminancji nie powinien przekraczać 30 % w stosunku do wartości występującej bezpośrednio przed awarią.
- Należy zapewnić ciągłą kontrolę obwodów oświetlenia ewakuacyjnego z sygnalizacją stanów zakłóceń oraz ciągły pomiar rezystancji izolacji całego systemu.

Oświetlenie orientacyjne LED

- W tunelu należy zaprojektować i wybudować w krawężnikach chodników oświetlenie orientacyjne LED, które w sytuacjach awaryjnych wskazywać ma drogę ewakuacji (zwiększenie bezpieczeństwa osób ewakuowanych w tunelu). Oświetlenie to należy zbudować w oparciu o system indukcyjny, gdzie przekazywanie energii z kabla do modułu świecącego

odbywać się ma za pomocą indukcji elektromagnetycznej. Jednostka zasilająco - sterująca systemem umożliwiać ma wybór sposobu świecenia modułów zabudowanych w krawężnikach (od jednostronnego przy normalnej eksploatacji do dwustronnego w przypadku ewakuacji).

Wszystkie oprawy oświetleniowe w tunelu należy zastosować jako oprawy w technologii LED. Należy zapewnić możliwość zarządzania oświetleniem dróg. System zarządzania pozwalać ma na automatyczne załączenie oraz wyłączenie oświetlenia oraz regulowanie luminacji w zależności od natężenia ruchu, pory dnia i nocy, warunków atmosferycznych. Ponadto system rejestrować ma błędy urządzeń oświetleniowych w systemie.

Należy zaprojektować i wykonać instalacje oświetlenia kanału wentylacyjnego oraz zasilenia urządzeń, które są niezbędne podczas wykonywania obchodów i kontroli przez odpowiednie służby utrzymaniowe tunelu. Wszelkie urządzenia przenośne podłączane do zastawów zasilających powinny posiadać nienaganny stan izolacji i obudowy, posiadać zaciski ochronne PE lub powinny być wykonane w II-głej klasie izolacji. Projektowane instalacje przestrzeni kanału wentylacyjnego mają być zasilane z rozdzielnic niskiego napięcia stacji transformatorowych. Wszystkie kable i przewody należy zastosować jako miedziane niepalne o odpowiednim przekroju zgodnie z obciążeniami i długościami zasilanych obwodów.

14. Automatyka pompowni

System Zarządzania Tunelem będzie monitorował i nadzorował instalację odwadniającą, na która będą składały się pompy oraz czujniki poziomu. W tym celu przewiduje się zastosowanie lokalnego sterowania i sterowników z tej samej rodziny co sterowniki systemu SZT wyposażonego w moduły wejść wyjść.

System SZT poprzez lokalne sterowanie będzie pozwalał na załączanie i wyłączanie pomp w trybie ręcznym oraz będzie monitorował algorytm pracy pomp w trybie automatycznym. Komunikat o zalaniu zostanie zarejestrowany przez system SZT i zostanie wykorzystany przez układ sterowania ruchem w celu włączenia blokad rur tunelu. Alarmy czujników poziomu, zmiany stanu i zakłócenia będą rejestrowane i przekazywane do systemu zarządzania i zdalnych stacji obsługi.

15. System komunikacji radiowej

System retransmisyjny dla tunelu powinien składać się z następujących głównych elementów:

- Systemu antenowego zewnętrznego (tzw. donorowy),

- Wyposażenia Master w jednym pomieszczeniu technicznym,
- Wyposażenia Slave w drugim pomieszczeniu technicznym,
- Systemu antenowego wewnętrznego z kablami zasilającymi sygnałem,
- Urządzeń do konfiguracji i monitorowania pracy systemu,
- Dwóch przekaźników VHF (repeater) zapewniających skuteczną łączność duosimpleksową dla potrzeb prowadzenia akcji ratowniczych w tunelu i w jego pobliżu
- Stacji bazowej TETRA z radiotelefonami dla potrzeb służb utrzymania tunelu.

Radiotelefony stacjonarne TETRA dla potrzeb obsługi tunelu zostaną zainstalowane w pomieszczeniach technicznych. Anteny radiotelefonów zostaną wyprowadzone w miejscach gwarantujących sprawną łączność. Jeden radiotelefon zostanie w rezerwie.

System Zarządzania Tunelami będzie monitorował pracę systemu radiokomunikacji. Serwery systemu będą komunikowały się z serwerem radiokomunikacji. Wymiana danych pomiędzy serwerami SZT a serwerem radiokomunikacji będzie odbywała się poprzez sieć Ethernet z wykorzystaniem technologii SNMP. System SZT będzie wizualizował stan pracy centrali radiowej, połączenia pomiędzy wszystkimi połączeniami radiowymi oraz wszelkie sytuacje alarmowe związane z systemem radiokomunikacji.

16. System komunikacji radiowej służb ratowniczych i porządkowych

Metody działania i częstotliwość wykonania należy uzgodnić z właściwymi przedstawicielami w/w wymienionych służb.

Partner Prywatny przewidzi niezbędną rezerwę umożliwiającą zrealizowanie w przyszłości wszelkich elementów infrastruktury niezbędnych do wzmocnienia sygnału GSM w tunelu.

Wymagania ogólne

Na system przekazu radiowego składać się mają przynajmniej następujące elementy:

- Anteny tunelowe na bazie kabla promieniującego;
- Wzmacniacze tunelowe;
- Główne wyposażenie systemu przekazu radiowego;
- Anteny zewnętrzne
- Repetery dla systemów retransmitowanych lub lokalne stacje bazowe systemów macierzystych, zależnie od wymagań szczegółowych i przejętej wariantowo koncepcji realizacji (według wymagań określonych w niniejszym PFU)
- inne

Kable łącznościowe należy montować przy suficie tunelu, podobne jak antenę tunelową. Do odcinków anteny tunelowej sygnały dostarczane mają być przez wzmacniacze tunelowe i zasilające przewody współosiowe lub inne o równoważnych parametrach technicznych. Do rozprowadzania i przenoszenia sygnału RF mają być używane wielomodowe włókna optyczne lub inne o równoważnych parametrach technicznych.

Wszystkie urządzenia systemu powinny być zamontowane w standardowych szafach przemysłowych zamontowanych w pomieszczeniu technicznym zabezpieczonym przed włamaniem, niepowołanym dostępem, zalaniem lub podtopieniem. Pomieszczenie techniczne powinno być wyposażone w system zapewnienia warunków środowiskowych odpowiednich do wymagań producenta urządzeń retransmisyjnych,

Poziom zakłóceń poza tunelem

W odległości 200 m od wjazdu siła promieniowania z wnętrza tunelu nie może przekraczać następujących poziomów:

- FM- 113 dBm
- System analogowy (380-470 MHz) - 114 dBm
- Systemy cyfrowe (380-470 MHz) - 108 dBm

Średni poziom zakłóceń powodowanych przez radiowy system przekaźnikowy musi być ograniczony do minimum.

Potrzebne urządzenia muszą być zamontowane w szafkach i podłączone do tablic rozdzielczych w taki sposób, aby wszystkie przełączniki, lampy, wtyczki pomiarowe i zaciski dla kabli zewnętrznych były łatwo dostępne po otwarciu drzwi przednich. Okablowanie tylnej części szafy może być prowadzone wyłącznie między urządzeniami zamontowanymi w jej wnętrzu.

Radiowy system przekaźnikowy zasilany ma być napięciem 230 V, 50 Hz z uwzględnieniem zasilania rezerwowego. W stacji muszą być wykorzystane redundantne podłączenia AC zasilające wszystkie urządzenia.

Zasilanie oraz inne elementy aktywne, na wypadek uszkodzenia prowadzącego do całkowitej awarii wszystkich radiowych systemów podstawowych i rezerwowych danej służby muszą być redundantne.

Zewnętrzne wyposażenie antenowe

Zewnętrzne wyposażenie antenowe składać się ma z następujących elementów:

- zespół anten zewnętrznych,

- maszt,
- podstawa masztu,
- złącza, kable, itp. potrzebne do połączenia anten zewnętrznych z głównym wyposażeniem radiowo-przełącznikowym.

Do montażu anteny zewnętrznej w pobliżu sterowni konieczne jest postawienie masztu.

Najodpowiedniejsze położenie i wysokość masztu muszą być określone w zależności od lokalnych warunków odbioru i typu zastosowanych urządzeń.

Maszt dla anteny zewnętrznej musi być wykonany ze stali ocynkowanej. Musi być też wyposażony w drabinę odpowiednią dla osoby o wadze do 100 kg.

Przy ustalaniu wymiarów masztu i typu drabiny trzeba brać pod uwagę prędkość wiatru do 150 km/h.

Wymagania Policji

Zgodnie z wymaganiami Policji, należy zaprojektować i wybudować system retransmisji policyjnych sygnałów radiowych o funkcjonalności zapewniającej jednoczesną, transparentną, dwukierunkową transmisję sygnałów do i z wnętrza przedmiotowego tunelu drogowego, w zakresie pasm radiowych użytkowanych przez Policję, z pełnym zachowaniem wszelkich parametrów emisji dla każdego z określonych poniżej systemów radiokomunikacyjnych eksploatowanych w Policji krakowskiej, tj.:

- systemu konwencjonalnego VHF, gdzie TX stacji bazowej z zakresu 172-174MHz, RX z zakresu 164,5-167,51MHz - kanały o szerokości 12,5kHz, tryb pracy semiduplex:
- w przypadku budowy systemu retransmisji pasmowej - wymagane przeniesienie całych pasm dla każdego z kierunków transmisji uplink/downlink,
- w przypadku budowy systemu retransmisji kanałowej - wymagane przeniesienie co najmniej 3 nośnych dla każdego z kierunków transmisji uplink/downlink, (urządzenia kanałowe muszą mieć możliwość programowalnej zmiany częstotliwości retransmitowanego kanału w zakresie zdefiniowanych na wstępie pasm,)
- systemu trunkingowego UHF TETRA, pracującego w paśmie 380-400MHz, gdzie TX stacji bazowej z zakresu 390-392MHz, RX z zakresu 380-382MHz - kanały o szerokości 25kHz, tryb pracy semiduplex:
- w przypadku budowy systemu retransmisji pasmowej - wymagane przeniesienie całych pasm tj. 15 nośnych (60 kanałów logicznych) dla każdego z kierunków transmisji uplink/downlink,

- w przypadku budowy systemu retransmisji kanałowej - wymagane przeniesienie co najmniej 9 nośnych (36 kanałów logicznych), jedynie ze strefy podstawowej i rezerwowej, dla każdego z kierunków transmisji uplink/downlink,
- systemu trunkingowego UHF EDACS, pracującego w paśmie 450-470 MHz, gdzie TX stacji bazowej z zakresu 460-462 MHz, RX z zakresu 450-452 MHz - kanały o szerokości 25 kHz, tryb pracy semiduplex.
- w przypadku budowy systemu retransmisji pasmowej - wymagane przeniesienie całych pasm tj. 50 nośnych dla każdego z kierunków transmisji uplink/downlink,
- w przypadku budowy systemu retransmisji kanałowej - wymagane przeniesienie co najmniej 32 nośnych, jedynie ze strefy podstawowej i rezerwowej, dla każdego z kierunków transmisji uplink/downlink.

Budowany system retransmisji sygnałów powinien:

- zapewniać urządzeniom abonenckim taką samą funkcjonalność i jakość usług wewnątrz tunelu, jaką posiadają one na powierzchni
- posiadać system antenowy wewnętrzny zbudowany z użyciem kabla promieniującego zasilanego dwustronnie, zapewniającego siłę sygnału, mierzoną radiem doręcznym umieszczonym na wysokości 1 m nad ziemią, na poziomie nie gorszym niż -95 dBm dla częstotliwości VHF i UHF EDACS oraz -92 dBm dla UHF TETRA,
- zapewniać jednoczesną retransmisję sygnałów radiowych od min. 10 radiotelefonów ręcznych nadających wewnątrz tunelu z mocą 1 W w każdym z retransmitowanych systemów radiowych EDACS i Tetra, z zachowaniem stałej retransmisji wszystkich użytecznych nośnych tych systemów do wnętrza obiektu
- zapewniać jednoczesną retransmisję sygnałów radiowych od min. 1 radiotelefonu nadającego wewnątrz obiektu z mocą 1 W na każdy retransmitowany kanał rozmówny, z zachowaniem stałej retransmisji wszystkich użytecznych kanałów rozmównych do wnętrza obiektu w systemie konwencjonalnym VHF
- zapewniać 100% pokrycia zasięgiem radiowym głównych tuneli komunikacyjnych i ewakuacyjnych oraz nie mniej niż 95% pokrycia w innych pomieszczeniach, np. technicznych, przy czym obszary bez pokrycia powinny występować sporadycznie, a nie w rozległych skupiskach i jedynie w takich miejscach, które nie są istotne z punktu widzenia działania służb ratunkowych

- posiadać niezbędną redundancję sprzętową, tak aby uszkodzenie jakiegokolwiek pojedynczego modułu lub medium transmisyjnego nie powodowało całkowitej utraty łączności w tunelu
- zapewniać utrzymanie łączności w tunelu w przypadku uszkodzenia kabla promieniującego
- posiadać zasilanie energetyczne urządzeń z dwóch niezależnych źródeł gwarantowanych z podtrzymaniem akumulatorowym
- posiadać architekturę zapewniającą brak możliwości jednoczesnego uszkodzenia elementów podstawowych i redundantnych, w tym linii przesyłowych i elementów promieniujących, na skutek działania tego samego czynnika
- posiadać system antenowy zewnętrzny zapewniający siłę sygnału wystarczającą do poprawnego wystereowania radioprzebienników w każdym systemie, nie gorszą niż - 95d13m dla najbardziej oddalonego i przystosowany do przeniesienia całego zewnętrznego środowiska radiowego do wnętrza tunelu
- nie powodować zakłóceń w pracy retransmitowanych systemów radiowych macierzystych lub systemów nie objętych retransmisją
- posiadać funkcjonalność zdalnego i lokalnego zarządzania wszystkimi funkcjami poszczególnych urządzeń systemu oraz zdalnego wyłączenia funkcji retransmisji, osobno dla każdego z retransmitowanych pasm
- Podanie konkretnych częstotliwości bądź lokalizacji przebienników radiowych, nastąpi na drodze kontaktów roboczych w trakcie realizacji przedmiotowego zadania. Wszelkie wymogi dotyczące warunków technicznych, jakie musi spełniać system łączności wykorzystywany do prowadzenia akcji ratowniczo-gaśniczych, np. odnośnie zasilania, klasy odporności ogniowej, emisji gazów itp. powinny zostać określone przez Państwową Straż Pożarną, jako jednostkę właściwą merytorycznie, która będzie współużytkować planowany system retransmisji.

Wymagania Państwowej Straży Pożarnej

Zgodnie z wymaganiami Państwowej Straży Pożarnej (PSP), należy zaprojektować i wybudować system zapewniający funkcjonalność oraz pełną kompatybilność z dwoma systemami łączności radiowej wykorzystywanymi przez PSP tj.: konwencjonalnym i trankingowym:

- Łączność konwencjonalna jako:
 - Tx 166,0625 MHz, Rx 149,6625 MHz,

- Tx 165,2125 MHz, Rx 149,3625 MHz.

Podane częstotliwości dotyczą zaprogramowanych radiotelefonów przeznaczonych do pracy w tunelu drogowym.

- Łączność trunkingowa EDACS - 450-470 MHz.

System jest własnością Policji. Wszelkie wymagania dotyczące warunków technicznych, jakie musi spełniać system łączności trunkingowej należy zaprojektować i wybudować zgodnie z wymogami Policji określonymi w niniejszym PFU.

Infrastruktura techniczna związana z systemem łączności powinna zapewniać ciągłość jej działania w czasie powstania pożaru lub innego miejscowego zagrożenia. Szczegółowe rozwiązania w tym zakresie (m.in. dobór okablowania, obudowa tras kablowych w wymaganej odporności ogniowej) powinna być ujęta w dokumentacji projektowej uzgodnionej przez rzeczoznawcę ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych.

Wymagania Straży Miejskiej

Zgodnie z wymaganiami Straży Miejskiej, należy zaprojektować i wybudować system retransmisji sygnałów radiowych o funkcjonalności zapewniającej jednoczesną, transparentną, dwukierunkową transmisję sygnałów do i z wnętrza przedmiotowego tunelu drogowego, w zakresie pasm radiowych użytkowanych przez Straż Miejską, z pełnym zachowaniem wszelkich parametrów emisji radiowej. Z uwagi na możliwość wariantowania projektowego, należy spełnić jeden z opisanych poniżej dwóch wariantów.

Wariant I

Retransmisja czterech kanałów trunkingowych duo-simpleksowych o szerokości 6,25 kHz z zewnętrzną stacją bazową systemu radiokomunikacyjnego typu Kenwood NEXEDGE lub inną o równoważnych parametrach technicznych zapewniającego pełną kompatybilność z systemem wykorzystywanym przez Straż Miejską, poprzez antenę zewnętrzną kierunkową. Parametry częstotliwościowe: TX stacji bazowej 153,XXXX MHz, RX stacji bazowej 147,XXXX MHz, TX stacji ruchomej 147,XXXX MHz, RX stacji ruchomej 153,XXXX MHz. Docelowe częstotliwości zostaną podane wyłoniionemu Wykonawcy w ramach dokonanych uzgodnień.

Wariant II

Wyposażenie tunelu w trzy kanałową stację bazową typu Kenwood NEXEDGE lub inną o równoważnych parametrach technicznych zapewniającego pełną kompatybilność z systemem

wykorzystywanym przez Straż Miejską, rozprowadzenie sygnału wewnątrz tunelu. Parametry częstotliwościowe: TX stacji bazowej 153,XXXX MHz, RX stacji bazowej 147,XXXX MHz, TX stacji ruchomej 147,XXXX MHz, RX stacji ruchomej 153,XXXX MHz. Docelowe częstotliwości zostaną podane wyłoniionemu wykonawcy. Wewnętrzna stacja bazowa powinna składać się z następujących elementów: przyłączy IP Ethernet, trunkingowa stacja bazowa trzy kanałowa wraz z osprzętem dla małych mocy nadajników i licencjami trunkingu, systemu zasilania gwarantowanego.

Poniżej przedstawiono ogólne wymagania Straży Miejskiej w zakresie realizacji systemu komunikacji radiowej.

Budowany system retransmisji sygnałów powinien:

- Zapewniać urządzeniom abonenckim (terminale/radiotelefony) taką samą funkcjonalność i jakość usług wewnątrz tunelu, jaką posiadają one na powierzchni,
- Posiadać wewnętrzny system antenowy zbudowany z użyciem kabla promieniującego zasilanego dwustronnie, zapewniającego siłę sygnału, mierzoną radiem doręcznym umieszczonym na wysokości 1 m nad ziemią, na poziomie nie gorszym niż -95dBm dla systemu NEXEDGE,
- Zapewniać jednoczesną retransmisję sygnałów radiowych od min. dziesięciu radiotelefonów ręcznych nadających wewnątrz tunelu z mocą 2W, do systemu napowietrznego NEXEDGE,
- Zapewniać jednoczesną retransmisję sygnałów radiowych od min. 1 radiotelefonu nadającego wewnątrz obiektu z mocą 2W na każdy retransmitowany kanał rozmówny, z zachowaniem stałej retransmisji wszystkich użytecznych kanałów rozmównych do wnętrza obiektu w systemie NEXEDGE,
- Zapewniać 100% pokrycia zasięgiem radiowym głównych tuneli komunikacyjnych i ewakuacyjnych.
- Posiadać niezbędną redundancję sprzętową, tak, aby uszkodzenie jakiegokolwiek pojedynczego modułu lub medium transmisyjnego nie powodowało całkowitej utraty łączności w tunelu, a jedynie zmniejszenie jej pojemności,
- Zapewniać utrzymanie łączności w tunelu w przypadku uszkodzenia kabla promieniującego,
- Posiadać zasilanie energetyczne urządzeń z dwóch niezależnych źródeł gwarantowanych z podtrzymaniem akumulatorowym,

- Posiadać architekturę zapewniającą brak możliwości jednoczesnego uszkodzenia elementów podstawowych i redundantnych, w tym linii przesyłowych i elementów promieniujących, na skutek działania tego samego czynnika,
- W przypadku zastosowania wariantu 1, posiadać system antenowy zewnętrzny zapewniający siłę sygnału wystarczającą do poprawnegoysterowania stacji bazowej, nie gorszą niż -95dBm dla najbardziej oddalonego i przystosowany do przeniesienia całego zewnętrznego środowiska radiowego do wnętrza tunelu,
- Nie powodować zakłóceń w pracy retransmitowanych systemów radiowych macierzystych albo systemów nieobjętych retransmisją albo innych systemów retransmitowanych w tunelu,
- Posiadać funkcjonalność zdalnego i lokalnego zarządzania wszystkimi funkcjami poszczególnych urządzeń systemu oraz zdalnego wyłączenia funkcji retransmisji,
- Wymagana jest linia kablowa przyłącza IP w relacji: pomieszczenie techniczne, w którym zamontowana będzie stacja retransmisyjna - głowica/e operatora/ów telekomunikacyjnych.

Wszelkich uzgodnień dokonywać należy z koordynatorem w przedmiotowej sprawie i osobą upoważnioną do kontaktów ze Strony Straży Miejskiej m.st. Krakowa.

Wymagania Ratownictwa Medycznego

Zgodnie z wymaganiami Ratownictwa Medycznego, należy zaprojektować i system zapewniający retransmisję sygnału podstawowego - Kanał nr 91 nadajnik ruchomy 158,97500 MHz CTCSS 156,7 odbiornik 168,52500 MHz z modulacją FM, umożliwiający realizowanie w przyszłości połączeń DMR.

17. Monitoring nisz gaśniczych i hydrantowych

System SZT będzie nadzorował użycie gaśnic. System będzie rejestrował kontrolę obecności a w przypadku wyjęcia gaśnic w niszach będzie generował alarmy. Sygnały z gaśnic będą podpięte do redundantnych modułów rozproszonych, które będą podpięte do sterownika odpowiadającego za zarządzanie tunelem.

18. System zabezpieczenia ruchu tramwajowego

W tunelu tramwajowym w obrębie całego tunelu należy zaprojektować i wdrożyć System Zabezpieczenia Ruchu Tramwajowego (SZRT).

Podstawowymi elementami systemu SZRT będą:

1. Systemy i urządzenia zabezpieczenia ruchu warstwy podstawowej w skład których wchodzi w szczególności sygnalizatory instalowane wzdłuż torowiska, urządzenia kontroli zajętości poszczególnych odcinków trasy tramwajowej wzdłuż tunelu, elementy związane ze sterowaniem rozjazdami tramwajowymi (jeżeli są niezbędne) oraz komputerowe urządzenia zależnościowe odpowiedzialne za bezpieczeństwo ruchu,
2. System i urządzenia monitorujące przemieszczanie się tramwaju wzdłuż trasy prowadzącej wewnątrz tunelu i wspomagające motorniczego tramwaju, w skład których wchodzi urządzenia instalowane wzdłuż torowiska (tzw. urządzenia przytorowe),

Lokalizację sygnalizatorów, urządzeń kontroli zajętości, a także pozostałych urządzeń przytorowych, ich liczbę oraz sposób połączenia do sieci transmisji danych i do zasilania należy zaprojektować biorąc pod uwagę topografię trasy tramwajowej biegnącej wzdłuż tunelu oraz następstwo pojazdów kursujących w tunelu.

Systemy i urządzenia SZRT powinny charakteryzować się poziomem nienaruszalności bezpieczeństwa (ang. Safety Integrity Level) SIL-3 zgodnie z normą EN 50126. Dzięki zastosowaniu SZRT:

1. tramwaje będą pokonywały całą trasę wzdłuż tunelu z optymalną prędkością, co wpłynie na zwiększenie przepustowości trasy,
2. możliwe będzie śledzenie tramwaju poruszającego się w tunelu przez operatora zintegrowanego Systemu Zarządzania Tunelami.

Urządzenia przytorowe systemu monitorowania przemieszczanie się tramwaju powinny spełniać poniższe normy:

Poziom nienaruszalności bezpieczeństwa (ang. Safety integrity level)	/EN50129/, SIL 3
Warunki klimatyczne (temperatura i wilgotność)	/EN50155/, klasy T1 do T3, Tx, /EN50125-3/
EMC	/EN50121-4/, /EN61000-6-2/
Odporność na uszkodzenia mechaniczne	/EN50155/, /EN50125-1/
Ochrona ppoż	/EN45545/, /DIN5510-2/
Klas ochrony IP	/EN60529/

19. Odwodnienie

System odwodnienia, kanalizacji deszczowej, przeciwpożarowej i drenażowej

Odcinki ramp zjazdowych

Kanalizacja deszczowa na zjazdach do tunelu przeznaczona ma być wyłącznie do odprowadzania ścieków deszczowych spływających ze zjazdów.

Odwodnienie tunelu

Odwodnienie powierzchniowe realizowane powinno być poprzez spadek poprzeczny jezdni jednostronny od krawężnika do krawężnika. Kanalizacja deszczowa w tunelu powinna umożliwiać szybkie przejście wody deszczowej, cieczy łatwopalnych i niebezpiecznych z uszkodzonych zbiorników służących do przewozu towarów niebezpiecznych i odprowadzenie ich do specjalnych zbiorników umieszczonych poza obiektem. Kanalizacja, o której mowa powinna zapobiegać rozprzestrzenieniu się pożaru. Całość podłączona powinna być do projektowanej kanalizacji deszczowej rozdzielającej system odbioru wód na:

- system I: odbiór wód z systemu drenażowego - poprzez przepompownię bądź grawitacyjnie i zrzut do odbiornika - kanalizacji deszczowej na zewnątrz tunelu
- system II: odbiór wód z systemu kanału deszczowego - system uwzględniający przejście wód z utrzymania tunelu, akcji gaśniczej, zdarzenia losowego związanego z rozszczelnieniem zbiornika w pojeździe. Wody z systemu przed pompowaniem i zrzutem rozdzielone są od substancji niebezpiecznych w systemie separatorów. Substancje niebezpieczne gromadzone są w zbiornikach bezodpływowych zlokalizowanych poza tunelem opróżnianych przez upoważnione służby wraz z odpowiednim systemem pompowym.

W przypadku braku możliwości grawitacyjnego odwodnienia tunelu kanalizacją szczelną należy zastosować kanalizację ciśnieniową. Wówczas w tunelu należy zainstalować dwie przepompownie (każda wyposażona w system pomp zapewniający ciągłą pracę w sytuacjach awaryjnych. Zadaniem tych przepompowni ma być:

- odprowadzenie ścieków deszczowych w przypadkach awarii jednej z przepompowni ścieków z odcinków zjazdowych do tunelu;
- odprowadzenie ścieków z rozlewów i wycieków awaryjnych i innych zdarzeń losowych;
- odprowadzenie ścieków powstałych po gaszeniu pożaru, odprowadzenie ścieków powstałych w czasie sprzątania i mycia tunelu.

Projektowany i wykonany system kanalizacji spełniać ma przede wszystkim:

- funkcję odbioru i gromadzenia płynnych materiałów łatwopalnych (woda z akcji gaśniczej oraz wozy bojowe
- funkcję zabezpieczenia przed rozprzestrzenianiem się ognia podczas rozlania się i zapalenia materiałów łatwopalnych.

System drenażowy

Dla przechwycenia wód z przesączeń (nieszczelności konstrukcji tunelu) zaprojektować i wykonać należy pod konstrukcją tunelu układ drenaży podłużnych o średnicy wynikających z projektu odwodnienia zbieranych odcinkowo do studzienek rewizyjnych na kanale drenażowym.

Ze względu na trudną do oszacowania ilość wód drenażowych wynikającą z nieszczelności konstrukcji, po wybudowaniu tunelu ilość napływających wód drenażowych należy poddać weryfikacji na podstawie obserwacji rzeczywistego dopływu wód do pompowni.

W skład systemu drenażowego w tunelu wchodzić mają:

- studzienki rewizyjne do zabudowy z kamionki glazurowanej lub inne o równoważnych parametrach technicznych,
- kolektor zbiorczy drenażowy (rury przewodowe) z kamionki glazurowanej lub inny o równoważnych parametrach technicznych.
- system drenaży podłużnych i poprzecznych.
- Studzienki kanalizacyjne do zabudowy na kolektorach w tunelu

Na kolektorze zbiorczym oraz na kolektorze drenażowym należy zaprojektować studzienki kanalizacyjne o średnicy nominalnej nie mniejszej niż Dn 1200 mm z prefabrykowanych kręgów betonowych, z zastosowaniem jako materiału betonu odpowiadającego klasie wytrzymałości nie niższej niż B45 (C35/45 - wg PN-EN-206-1 lub rozwiązanie równoważne, za które uważać się będzie spełniające wszystkie wymagania przywołanej normy w przedmiotowym zakresie), wodoszczelnego (W8), mało nasiąkliwego (nw do 5%) i mrozoodpornego (F-150) lub innego materiału o równoważnych parametrach technicznych. Elementy studni należy łączyć z zastosowaniem uszczelek elastomerowych. Powierzchnię ścian studni stykające się z gruntem należy zaizolować materiałem bitumicznym posiadającym aprobatę techniczną, w gruntach nawodnionych gliną plastyczną lub innym materiałem o równoważnych parametrach technicznych.

Włazy muszą spełniać następujące wymagania:

- ogniotrwałość F 90;
- gazoszczelność;
- klasa obciążenia D 400;
- trwale zamykane.

Studzienki należy wyposażyć w stopnie złazowe ze stali nierdzewnej.

Przejścia kolektorów przez ściany studzienek rewizyjnych należy wykonać jako szczelne, elastyczne oraz systemowe zgodnie z dobranym materiałem rur i wg technologii przyjętego Producenta rur.

Rury przewodowe

Do wykonania ciągów kanalizacyjnych prowadzonych w niszach tunelu należy zaprojektować rury kamionkowe, kielichowe w dobranym zakresie średnic. Połączenia pomiędzy studzienką syfonową a studzienką rewizyjną na kolektorze wykonać o średnicy nominalnej nie mniejszej niż Dn 200 mm z kamionki glazurowanej lub innych o równoważnych parametrach technicznych.

Do wykonania ciągów kanalizacji drenażowej należy zaprojektować rury kamionkowe, kielichowe w zakresie średnic wynikającym z obliczeń hydraulicznych.

Wybór przyjętego rodzaju rur podyktowany ma być względami bezpieczeństwa tunelu i odpowiadać wymogom jakie stawia ochrona ppoż.

20. System zasilania podstawowego i awaryjnego

Tunel posiadać ma zasilanie podstawowe oraz zasilanie awaryjne realizowane z dwóch niezależnych źródeł, zdolne zapewnić działanie urządzeń bezpieczeństwa niezbędnych do ewakuacji, do chwili opuszczenia tunelu przez użytkowników

W celu prawidłowego funkcjonowania zastosowanych systemów, dla których ciągłość zasilania w energię elektryczną jest niezbędna - które wymagają zasilania bezprzerwowego, należy zapewnić awaryjne źródło zasilania w postaci agregatu bądź agregatów prądotwórczych o odpowiedniej mocy wynikającej z przyjętych rozwiązań i zastosowanych urządzeń oraz system zasilaczy UPS.

Należy zapewnić zasilanie między innymi do następujących podstawowych urządzeń:

- oświetlenie;
- wentylacja;
- punkty alarmowe;
- urządzenia bezpieczeństwa;
- urządzenia sygnalizacyjne i sterowania ruchem;
- zasilanie nagłośnienia, telefonów, czujników pomiarowych;
- instalacje elektryczne i oświetleniowe m. in. stacjach transformatorowych;
- potrzeby własne;
- inne niezbędne.

Zasilanie powinno być wykonane z zastosowaniem nowych stacji transformatorowych własności Inwestora lub zakładu energetycznego (ustalić na etapie projektowania). Stacje transformatorowe wraz z rozdzielnicami SN i nN należy zlokalizować w po uzgodnieniu z Miastem w rejonie tunelu. Ilość stacji transformatorowych i ich moce należy dobrać w oparciu o szczegółowy bilans mocy sporządzony przez Partnera Prywatnego po wyborze urządzeń na podstawie wydanych warunków i zawartych umów przyłączeniowych.

Zadaniem Partnera Prywatnego będzie zaprojektowanie oraz wybudowanie kompleksowego systemu zasilania zapewniającego pełną funkcjonalność wszelkich elementów objętych przedmiotem zamówienia.

Wymagania szczególne w zakresie zasilania systemu wentylacji:

- Zasilanie rozdzielnic wentylatorów należy zaprojektować z dwóch stacji zlokalizowanych przy portalach tunelu, z zapewnieniem zasilania rezerwowego. W rozdzielnicach należy zaprojektować zainstalowanie aparatury zasilającej i sterowniczej dla zasilania jednostek wentylatorowych zlokalizowanych w tunelu. Należy wykonać wyposażenie obwodów zasilania w układy łagodnego rozruchu tzw. softstarty lub falowniki.
- Cały proces sterowany ma być automatycznie przez system sterowania tunelu. Jednocześnie należy zapewnić dyspozytorowi możliwość obsługi tunelu oraz ingerencji i określenia ilości pracujących wentylatorów.
- W stanach awaryjnych szczególnie w czasie pożaru sterowanie wentylatorami przejąć ma system sygnalizacji pożaru. System ten przekazywać ma sygnały do załączenia poszczególnych wentylatorów.

- Wszystkie układy zasilania i sterowania pracą wentylatorów zabudowane zostaną w poszczególnych rozdzielnicach zlokalizowanych w budynkach stacji transformatorowych. Z pomieszczeń stacji transformatorowych wyprowadzona zostanie tylko odpowiednia ilość kabli zasilających poszczególne wentylatory. Na całej długości kable zasilające prowadzone będą w kanalizacji kablowej bądź w rurach ochronnych zabezpieczając je przed uszkodzeniami.
- Ze względu na prowadzenie kabli zasilających w różnych strefach pożarowych poza strefą pożarową tunelu, kable te mają być prowadzone przez przegrody pożarowe wykonane na pograniczu tych stref pożarowych.

Należy przewidzieć minimum następujące sposoby sterowania:

- ręczny, przyciskami sterowniczymi zlokalizowanymi na elewacji rozdzielnic zasilających,
- automatyczny z systemu sterowania tunelu, z zależności od poziomu stężenia tlenków węgla w powietrzu i poziomu przejrzystości powietrza, należy przewidzieć możliwość pracy wentylatorów ze zmianą kierunku wirowania w sytuacjach szczególnych,
- w czasie pożaru sterowanie automatyczne ma być realizowane przez centralę sygnalizacji pożaru.

Wymagania szczególne w zakresie ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym

- Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym obejmować ma m. in.:
 - ochronę przed dotykiem bezpośrednim - izolowanie części czynnych
 - ochronę przed dotykiem pośrednim przez zastosowanie szybkiego wyłączenia zasilania.
- W każdej nitce tunelu ma być prowadzona główna szyna połączeń wyrównawczych. Główna szyna połączeń wyrównawczych w sposób trwały połączona ma być z uziemieniem otokowym stacji transformatorowej. Do tej szyny należy w sposób trwały przyłączyć wszystkie urządzenia elektroenergetyczne zlokalizowane w tunelu, również wentylatory. W tym celu w każdej studni kablowej zabudowanej na osobnych ciągach kanalizacji kablowej należy wyprowadzić lokalną szynę połączeń wyrównawczych. Do tej szyny wykonać przyłączenie wszystkich urządzeń zlokalizowanych w pobliżu. Połączenia wykonać przy pomocy bednarki ocynkowanej bądź przewodu miedzianego jednożyłowego zakończonego końcówkami. Należy łączyć z lokalną szyną połączeń wyrównawczych elementy konstrukcyjne na których pojawienie się napięcia może spowodować porażenie i które zgodnie z przepisami podlegają ochronie przeciwporażeniowej.

- Przewodu ochronnego PE na całej długości nie wolno przerywać, wszelkie podłączenia należy wykonywać połączeniami śrubowymi z zastosowaniem podkładek sprężystych. Przy połączeniach przewodów aluminiowych z miedzianymi lub z zaciskami mosiężnymi stosować podkładki Al-Cu.
- Projektowane rozdzielnice połączyć należy z siecią połączeń wyrównawczych w budynkach stacji transformatorowych. Należy zwrócić uwagę na staranne wykonanie sieci połączeń wyrównawczych w celu niedopuszczenia do przerw w odwodzie ochronnym.

21. System hydrantów przeciwpożarowych

Tunel powinien być wyposażony w hydranty zewnętrzne nadziemne usytuowane w pobliżu wjazdów do tunelu i w tunelu w odległościach nieprzekraczających 250 m. W tunelu hydranty zewnętrzne powinny być umieszczone we wnękach jego ściany środkowej w sposób umożliwiający podłączenie węży pożarniczych. Rozmieszczenie hydrantów ma być zgodne z wymaganiami z zakresu zapewniania bezpieczeństwa oraz zgodnie z uzgodnieniem rzeczoznawcy do spraw ppoż.

W konstrukcji tunelu należy zaprojektować i wykonać nisze hydrantowe. W niszach hydrantowych należy umieścić nadziemny hydrant ppoż. oraz dodatkowo węże ppoż. Dodatkowe hydranty zlokalizować należy również przy portalach tunelu.

Instalację hydrantową po wykonaniu poddać należy próbie szczelności na ciśnienie nie mniejsze niż 1,0 MPa. Próbę szczelności należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa (PN-81/13-10725 lub rozwiązanie równoważne, za które uważać się będzie spełniające wszystkie wymagania przywołanej normy w przedmiotowym zakresie). Po próbie szczelności rurociąg należy poddać płukaniu i dezynfekcji.

Zasilanie sieci hydrantowej w wodę do celów ppoż. w tunelu odbywać się ma poprzez przyłącza z sieci wodociągowej miejskiej (minimum dwa źródła) w oparciu o uzyskane przez Partnera Prywatnego warunki od gestora sieci.

Hydranty

Należy zaprojektować hydranty nadziemne o średnicy nominalnej nie mniejszej niż Dn 80 mm wyposażone w:

- podwójne zamknięcie;
- korpus z żeliwa sferoidalnego w jednej kolumnie i wrzecionem ze stali nierdzewnej
- lub innych materiałów o równoważnych parametrach technicznych;

- zabezpieczenie antykorozyjne powłoką z żywicy epoksydowej lub innego materiału o równoważnych parametrach technicznych oraz zewnętrzne odporne na promienie Uv;
- osłonę odwodnienia hydrantu;
- kolumny hydrantów wyposażyć w automatyczne odwodnienie;
- odgałęzienie do hydrantu należy wykonać poprzez trójnik redukcyjny,
- zasuwę kołnierзовą, prostkę kołnierзовą FF z żeliwa sferoidalnego lub innego materiału o równoważnych parametrach technicznych o długości minimum 1,0 m oraz kolano 90° ze stopką.

Ciśnienie na zaworach hydrantowych

- podczas poboru normatywnej ilości wody ciśnienie na zaworze w najniekorzystniejszym punkcie nie może być mniejsze niż 0,2 MPa;
- sieć wodociągowa winna być zabezpieczona przed zamarzaniem;
- sieć hydrantową w tunelu zaprojektować należy jako sieć pierścieniową;
- sieć ppoż. w tunelu zaprojektować należy jako zalaną;
- hydranty należy wyposażyć w miernik ciśnienia, który umożliwi odczyt aktualnego stanu ciśnienia w zaworze;
- sieć hydrantowa musi być zabezpieczona przed przemarzaniem.

Zapotrzebowanie wody na cele ppoż.

Wymagana ilość wody do celów przeciwpożarowych, służąca do zewnętrznego gaszenia pożaru winna być uzgodniona z rzeczoznawcą ds. ppoż. i właściwą jednostką straży pożarnej odpowiedzialną za zaopatrzenie przeciwpożarowe w wodę na etapie przygotowywania projektu budowlanego. Wymagana ilość wody do celów przeciwpożarowych, służąca do zewnętrznego gaszenia pożaru wynosić ma jednak nie mniej niż 30 dm³/s. Całkowite zapotrzebowanie wody dla celów ppoż, przyjętą należy zakładając czynne jednocześnie minimum trzy hydranty.

Rury przewodowe

Wybór przyjętego rodzaju rur podyktowany powinien być względami bezpieczeństwa tunelu i odpowiadać wymogom jakie stawia ochrona ppoż. Rury i kształtki powinny być dopuszczone do stosowania przy transporcie wody pitnej, co powinien potwierdzać aktualny atest wydany przez Państwowy Zakład Higieny. Producent rur i kształtek powinien posiadać certyfikat o zgodności całej gamy rur i kształtek z aktualną normą na wybrany przez projektanta rodzaj rur, wydany przez niezależną instytucję, akredytowaną w jednym z krajów Unii Europejskiej. Rury powinny spełniać wymagania określone w aktualnej normie PN-EN 545 i być

wytwarzane zgodnie ze standardem kontroli jakości PN-EN ISO 9001 lub rozwiązanie równoważne, za które uważać się będzie spełniające wszystkie wymagania przywołanej normy oraz standardu kontroli jakości w przedmiotowym zakresie. Uszczelki powinny spełniać wymagania określone w normie PN-EN 681-1 lub rozwiązanie równoważne, za które uważać się będzie spełniające wszystkie wymagania przywołanej normy w przedmiotowym zakresie.

22. System przejść, ciągów ewakuacyjnych i urządzenia bezpieczeństwa

Tunel należy wyposażyć w następujące elementy:

- wyjścia awaryjne;
- punkty alarmowe (wyposażone w telefony/aparaty alarmowe, koce gaśnicze i gaśnice
- minimum 2 na punkt zgodnie z wymaganiami określonymi w rozporządzeniu MTiGM z dnia 16 maja 2012r);
- urządzenia łączności: kamery przemysłowe CCIV, anteny nadawczo-odbiorcze (łączność radiowa), łączność telefoniczna (telefony alarmowe), urządzenia nagłaśniające;
- system wykrywania pożaru i zdarzeń drogowych z rejestracją obrazu (m.in. optyczne czujniki dymu, kable sensoryczne, kamery z video-detekcją) - system działający niezależnie od CCIV);
- urządzenia gaśnicze (zgodnie z Rozporządzeniem z 16 maja 2012 r.);
- systemy kontroli i sterowania ruchem.

Ewakuacja w tunelu winna zostać zapewniona poprzez:

- wzdłużne ciągi ewakuacyjne o szerokości min. 1,0m zlokalizowane po obu peronów
- wyjścia awaryjne między nawami tunelu rozmieszczone w odstępach nie większych niż 250 m

Partner Prywatny zapewni drogę przejazdu dla straży pożarnej i służb ratowniczych, medycznych, policji, jeśli taki przejazd będzie konieczny zgodnie z wymaganiami z zakresu zapewniania bezpieczeństwa oraz zgodnie z uzgodnieniem rzeczoznawcy do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych i Podmiotem Publicznym.

Ponadto należy zapewnić możliwość przejazdu pomiędzy jedną a drugą nawą tunelu także dla pogotowia technicznego (m.in. zapewnienie łatwego sposobu demontażu wygradzenia).

23. System przesyłu danych

Tunel należy wyposażyć w światłowodowy system transmisji danych zapewniający transmisję danych pochodzących ze wszystkich urządzeń wyposażenia tunelu w tym min. urządzeń detekcyjnych, monitorujących procesy i zdarzenia w tunelu włącznie z transmisją sygnału video i audio w postaci cyfrowej w czasie rzeczywistym.

24. System sterowania

Dla tunelu należy zaprojektować i wykonać system umożliwiający:

- detekcję
- nadzór
- sterowanie ruchem tramwajowym.

System powinien umożliwiać jego zintegrowanie z systemem sterowania i zarządzania ruchem na drodze, w swoim zakresie będzie nadzorował, sterował i zarządzał m. in. następującymi obszarami:

- Monitoring i sterowanie instalacją wentylacji.
- Monitoring rozdzielni SN I NN.
- Automatyka pompowni.
- Monitoring systemu przeciwpożarowego SAP oraz LED.
- Monitoring systemu telefonów alarmowych SOS.
- Monitoring systemu nagłośnienia.
- Monitoring instalacji łączności radiowej.
- Monitoring i zarządzanie systemem wideo.
- Zarządzanie sygnalizacją
- Instalacja i szlaban zamykania tunelu
- Pomiar natężenia oświetlenia
- Pomiar przejrzystości powietrza
- Pomiar siły wiatru
- Monitoring i zarządzanie oświetleniem
- Monitoring nisz gaśniczych i hydrantowy
- System automatycznego prowadzenia pojazdu

Należy zaprojektować oraz wykonać system pozwalający na sterowanie i nadzorowanie pracy oraz stanów wszystkich urządzeń i systemów zainstalowanych w tunelu. System składać się ma m. in. z urządzeń detekcji ruchu kamer wideo-detekcji, aktywnego oznakowania wraz z zaporami, urządzeniami odczytującymi i interpretującymi sygnały oraz sterującymi oznakowaniem.

Interfejs użytkownika (graficzny, tekstowy) oraz wszelkie dane pochodzące z zastosowanych w tunelu systemów przekazywane mają być w języku polskim (wszelkie instrukcje oraz specyfikacje elementów zastosowanych systemów należy wykonać w języku polskim).

Ze względu na bezpieczeństwo i niezawodność pracy układów redundantnych w tunelu należy przewidzieć dwa pomieszczenia techniczne po jednym z każdej strony tunelu. Serwery i sterowniki zostaną rozmieszczone w każdym z dwóch pomieszczeń technicznych. W przypadku zalania lub innej awarii powodującej uszkodzenie sterownika lub serwera w którymś z pomieszczeń technicznych drugi sterownik lub serwer przejmuje funkcję uszkodzonego. Urządzenia sterujące systemem należy wykonać w Centrum Zarządzania Tunelem. Zarządzanie procesem eksploatacji obejmować mają stacje obsługi w Centrum Zarządzania Tunelem. Ponadto należy zainstalować stacje klienckie w każdym pomieszczeniu. Należy przewidzieć panele portalowe na wjazdach do tunelu do awaryjnego zamykania wjazdu do tunelu np. przez Policję. System posiadać ma otwartą budowę i umożliwiać komunikację z innymi systemami.

W razie potrzeby obsługa powinna mieć możliwość nadzorowania pracy tunelu za pomocą stanowiska PC przenośnego oraz w wersji online. W wyniku działania systemu obsługa techniczna ma posiadać bieżące dane o stanie pracy urządzeń i ruchu pojazdów w tunelach a w przypadku awarii natychmiastową informację o uszkodzonym elemencie. Archiwizacja danych pomiarowych umożliwiać ma analizę działania systemów i optymalizację ich pracy. System raportowania i wydruków zapewniać ma dokumentowanie zaistniałych sytuacji. System monitorowania pozwalać ma na ciągły nadzór nad pracą urządzeń.

Archiwizacja danych

Aktualne dane przeznaczone do archiwizacji zostają zapisane w pamięci pracującej w czasie rzeczywistym bazy danych jako aktualny obraz procesu i pozostają tam tak długo, aż zostaną zamienione przez wartość bardziej aktualną. Dane te będą wykorzystywane do tworzenia raportów w aplikacji do raportowania. W przypadku aktualizacji danych, dane przeznaczone do zastąpienia nie będą zwyczajnie nadpisywane, lecz będą zapisywane w tak zwanym

archiwum bazy danych. System będzie pozwalał na rejestrację danych w plikach dobowych, miesięcznych i rocznych w zależności od potrzeb. Ponad to system będzie pozwalał na tworzenie kopii bezpieczeństwa.

Analiza trendów

System będzie pozwalał na proste tworzenie wykresów danych „online” zdefiniowanych wcześniej w danych archiwizowanych. Będzie istnieć możliwość odtworzenia wykresu z historii w zadanym przedziale czasowym jak również wydrukowania takiego przebiegu.

Obsługa alarmów i zdarzeń

Komunikaty będą dzielone w zależności od pochodzenia i priorytetu na komunikaty: alarmowe, eksploatacyjne, dotyczące zdarzeń, zwrotne, o zakłóceniach i o stanie. Przetwarzanie alarmu oznacza wpis w obszar alarmów na monitorze i w liście alarmowej. W odpowiednim synoptycznym obrazie instalacji pojawi się migoczący, barwny komunikat. Zapewniona będzie możliwość skwitowania pojedynczych komunikatów jako sensownych, oraz uzgodnionych ze zleceniodawcą skwitowań grupowych

System wizualizacji będzie dysponował wydajnymi aplikacjami administracyjnymi. Dzięki nim można zarządzać hasłami użytkowników i łatwo instalować nowych użytkowników. System będzie w stanie definiować różne kategorie użytkowników. Kategorie te będą połączone z hasłem tak, aby w trakcie logowania danego użytkownika odbywała się bezpośrednio odpowiednia autoryzacja. Mechanizm nadawania uprawnień w systemie będzie związany z systemem logowania. Każdy z użytkowników będzie posiadał swój unikalny login i hasło określający poziom dostępu. Po zalogowaniu system umożliwi lub zablokuje możliwość pracy na poszczególnych maskach dla odpowiednich operatorów według listy uprawnień. Użytkownicy posiadający te same uprawnienia do pracy na danych maskach będą mogli pracować i kontrolować pracę tych samych urządzeń równolegle bez względu, na jakiej stacji operatorskiej pracują.

System automatyki pracujący w tunelu będzie zrealizowany w oparciu o produkty o najwyższej jakości, charakteryzować go mają następujące własności:

- rozwiązanie modułowe, nie wymagające wentylacji, o mocnej zwartej konstrukcji,
- możliwość elastycznej rozbudowy,
- redundancja na wszystkich poziomach sterowania procesem,
- rozległe możliwości komunikacji,
- integralne diagnostyczne funkcje systemu,
- proste połączenie centralnych lub rozproszonych wejść/wyjść.

25. Warunki bezpieczeństwa ppoż

Wszystkie materiały i urządzenia przeznaczone do zabudowy w tunelu powinny być ognioodporne i nierozprzestrzeniające ognia w zależności od strefy w jakiej zostaną zainstalowane, zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami.

Elektryczne obwody pomiarowe i kontrolne należy zaprojektować i wykonać w taki sposób, żeby uszkodzenie miejscowe, takie jak spowodowane pożarem, nie miały wpływu na obwody nieuszkodzone.

Poziom ogniotrwałości wszystkich urządzeń tunelowych uwzględniać ma możliwości technologiczne i ma zapewniać utrzymanie niezbędnych funkcji bezpieczeństwa w przypadku pożaru.

Konstrukcję tunelu oraz pełną ścianę rozdzielającą nawy tunelu należy wykonać z materiałów niepalnych w klasie odporności ogniowej nie mniejszej niż R 240, według oznaczeń przyjętych w § 216 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.). Elementy wewnętrzne tunelu należy wykonać z materiałów niepalnych. Wyposażenie tunelu, istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa, należy wykonać w sposób zapewniający jego funkcjonowanie w warunkach pożaru przez czas wynikający z funkcji jaką ma spełniać. Tunele posiadające urządzenia bezpieczeństwa niezbędne do ewakuacji, zasilane energią elektryczną, należy wyposażyć w zasilanie awaryjne, zdolne zapewnić działanie urządzeń bezpieczeństwa do chwili opuszczenia tuneli przez użytkowników.

Elektryczne obwody kontrolne i pomiarowe należy zaprojektować i wykonać w taki sposób, żeby uszkodzenie miejscowe któregoś z nich nie miało wpływu na pozostałe obwody. Systemy wentylacji mechanicznej tuneli powinny usuwać dym z intensywnością zapewniającą, że w czasie potrzebnym do ewakuacji ludzi w chronionych obszarach tunelu przeznaczonych do celów ewakuacji (drogach ewakuacyjnych, pasach awaryjnych, chodnikach ewakuacyjnych), nie wystąpi zadymienie lub temperatura uniemożliwiająca bezpieczną ewakuację oraz zapewnić bezpieczeństwo służbom ratowniczym.

Wentylatory oddymiające powinny posiadać klasę F wynikającą z obliczeniowej temperatury dymu, przy czym klasa ta nie może być mniejsza niż F60060, określoną według normy PN-EN12101-3 dotyczącej wymagań do wentylatorów oddymiających lub rozwiązanie równoważne, za które uważać się będzie rozwiązanie spełniające wszystkie wymagania przywołanej normy w przedmiotowym zakresie.

W tunelach z wentylacją poprzeczną kanały świeżego i zużytego należy oddzielić przegrodami z materiałów niepalnych o klasie odporności ogniowej ze względu na szczelność ogniową (E) i dymoszczelność (S) co najmniej ES 120.

Tunel o długości większej niż 500 m należy wyposażyć w wyjścia awaryjne umożliwiające opuszczenie tunelu pieszo oraz dostęp do tunelu służbom ratowniczym.

Odległość między dwoma wyjściami awaryjnymi nie może przekraczać 250 m.

Wyjścia awaryjne powinny być zamykane drzwiami przeciwpożarowymi o klasie odporności ogniowej EI 120/S 60 zgodnie z normą PN-EN 13501-1:2008 dotyczącą klasyfikacji ogniowej wyrobów budowlanych na podstawie badań odporności ogniowej lub rozwiązanie równoważne, za które uważać się będzie spełniające wszystkie wymagania przywołanej normy w przedmiotowym zakresie.

Wyjścia awaryjne oraz prowadzące do nich drogi należy oznakować odpowiednimi znakami. Dodatkowo na zewnątrz tunelu w rejonie portali należy zlokalizować dodatkowe punkty alarmowe.

W sprawach nieuregulowanych powyżej należy stosować wymagania ujęte w Dyrektywie 2004/54/WE z 29.04.2004r.

26. Urządzenia pierwszej pomocy

Sygnały z central alarmowych i sygnalizacji pożaru przesyłane mają być do centrum zarządzania tunelem za pomocą światłowodu prowadzonego w projektowanej wzdłuż drogi kanalizacji telekomunikacyjnej. W budynkach transformatorów należy zamontować szafki gaśnicowe, w których zainstalowane mają być gaśnice oraz koce gaśnicze.

W niszach sygnalizacyjnych należy zapewnić aparaty pierwszej pomocy. W niszach należy zamontować głowice 20 parowe, do których sygnał zostanie doprowadzony z centrali telefonicznej.

W każdej niszy należy zainstalować aparat alarmowy umożliwiający osobom znajdującym się w tunelu możliwość wezwania pomocy w ciągu całej doby. Kolumna alarmowa może być wyposażona w sygnalizator zagrożenia, włączany przez służby zarządzające ruchem. Czynności, które należy wykonać w celu wezwania pomocy, powinny wskazywać piktogramy. Łączność alarmowa powinna być układem nadawczo-odbiorczym, z ciągłą kontrolą niezawodności i identyfikacji miejsca nadania sygnału. Wyposażenie stanowiska zarządzania wywołaniami alarmowymi powinno umożliwiać identyfikację meldunku pomocy i zainicjowanie niezbędnych działań ratowniczych. Łączność alarmowa, w zależności od

potrzeb, może być przystosowana do korzystania przez służby utrzymania tunelu i policji. Program pracy, funkcje telefonu alarmowego oraz wybór typu aparatu należy uzgodnić z Zarządzającym tunelem. W niszach należy zamontować szafki gaśnicowe, w których należy zainstalować 2 gaśnice oraz koc gaśniczy. Szafka gaśnic powinna zostać wyposażona w czujniki otwarcia oraz zdjęcia gaśnicy z wieszaka. Sygnały mają być przesłane do systemu sterowania tunelu.

27. Oznakowanie wyjść awaryjnych i dróg ewakuacyjnych

Do oznakowania dróg ewakuacyjnych należy stosować znaki bezpieczeństwa zgodne z normami:

- PN-92 N-01256/02 Znaki bezpieczeństwa - Ewakuacja lub PN-92/N-01256/01 - Znaki przeciwpożarowe lub rozwiązania równoważne, za które uważać się będzie spełniające wszystkie wymagania przywołanej normy w przedmiotowym zakresie;
- PN-ISO 7010:2006 Symbole graficzne lub rozwiązania równoważne, za które uważać się będzie spełniające wszystkie wymagania przywołanej normy w przedmiotowym zakresie. Barwy bezpieczeństwa i znaki bezpieczeństwa. Znaki bezpieczeństwa stosowane w miejscach pracy i w obszarach użyteczności publicznej;
- lub rozwiązania równoważne, za które uważać się będzie spełniające wszystkie wymagania przywołanych norm.

W tunelu należy wykonać kanał technologiczny, który zapewni przeprowadzenie zasilania, oraz systemów łączności i bezpieczeństwa dla infrastruktury niezbędnej dla funkcjonowania systemów tunelu. Kanały technologiczne powinny uwzględniać przeprowadzenie łączności i transferu danych prowadzonego w kanałach technologicznych drogi poza tunelem (4x Ø 110)

Partner dostarczy Podmiotowi Publicznemu dokumentację techniczną, kody źródłowe oraz otwarte protokoły komunikacji, w oparciu, o które zostały zrealizowane wszystkie systemy opisane w niniejszym PFU. Partner Prywatny dostarczy istotne dane do zarządzania zdarzeniami i incydentami oraz scenariuszy organizacji ruchu i procedur prowadzenia ruchu według protokołu komunikacji opartego o XML dostępnymi na ogólnie dostępnym serwerze Podmiotu Publicznego. System ma zapewniać możliwość wczytywania zewnętrznych danych w protokole komunikacji opartym o XML.

Partner Prywatny zapewni dostępność obrazu na ogólnodostępny serwer dla podmiotów wskazanych przez Podmiot Publiczny.

Partner Prywatny przekaze Podmiotowi Publicznemu instrukcje obsługi systemów.

Partner Prywatny w okresie wdrażania systemów objętych przedmiotem zamówienia oraz w Okresie Przeglądów i Rozliczenia Umowy, zapewni Podmiotowi Publicznemu wsparcie merytoryczne i szkolenia w zakresie ich obsługi.

Partner Prywatny zapewni możliwość 20% rozbudowy poszczególnych komponentów systemu bez ingerencji w jego układ logiczny (np. poprzez podłączenie dodatkowych urządzeń, kamer itp.).

Partner Prywatny zobowiązany jest do wykonania testów komunikacyjnych i kalibracyjnych przed oddaniem tunelu do użytkowania oraz w Okresie Przeglądów i Rozliczenia Umowy na wezwanie Podmiotu Publicznego.

Partner Prywatny wykona projekt implementacji systemu informatycznego, kontrolującego bezpieczeństwo w tunelu oraz zarządzającego ruchem na drodze, w struktury ZDMK. Implementacja obejmie wzory dokumentów i ich obieg pomiędzy jednostkami organizacyjnymi oddziału w obszarach formalnych i merytorycznym.

Pomieszczenie nadzoru (przystanek podziemny) musi umożliwiać przejęcie zarządzania systemami tunelu tramwajowego w przypadku braku połączenia z Centrum Sterowania Ruchem. Pomieszczenie nadzoru musi zostać zintegrowane z zagospodarowaniem przyległych terenów oraz spełniać najwyższe standardy architektoniczne.

Pomieszczenie nadzoru musi spełniać warunki pracy oraz warunki socjalne wynikające z obowiązujących przepisów prawa oraz zawierać wszelkie elementy wynikające z obowiązujących norm i przepisów w tym:

- pomieszczenie nadzoru musi zostać wyposażone w 8 monitorów wielkoformatowych (min. 40 cale) z zawieszeniem ściennym oraz min. 4 monitorów stanowiskowych (min. 24 cale).
- pomieszczenie nadzoru o powierzchni zapewniającej pomieszczenie przewidzianego wyposażenia tj. m. in. zespołu szaf i klimatyzatorów (nadmuch pod podłogę) itp.,
- gniazda instalacji elektrycznej 230 V,
- wydzielona instalacja elektryczna zasilająca urządzenia informatyczne,
- zasilanie ze źródeł awaryjnych (UPS, agregat prądotwórczy, z możliwością tankowania podczas pracy urządzenia. Zakładany czas autonomii > 6 godzin - redundantny układ zasilania zgodnie z wymaganiami opisanymi w niniejszym PFU),
- sufity podwieszane zabezpieczające pomieszczenia przed zalaniem, nośność stropu $\geq 1\,500$ kg/m²,

- podniesiona podłoga techniczna przystosowana do przenoszenia obciążeń $\geq 1500 \text{ kg/m}^2$ (nośność podłogi technicznej $\geq 1500 \text{ kg/m}^2$), antyelektrostatyczna (posadzki wykonane w technologii bezpyłowej), niepalna,
- gniazda sieci teleinformatycznej ogólnej,
- klimatyzacja (klimatyzacja precyzyjna z wykorzystaniem tzw. free coolingu,
- wraz z systemem kontroli parametrów i automatycznej regulacji mikroklimatu), wentylacja sterowane niezależnie od pozostałych części budynku,
- oświetlenie sztuczne,
- konieczność zapewnienia drogi transportowej dla ładunków o wymiarach min. 1200 mm x 1200 mm x 2200 mm i ciężarze do 1500 kg,
- pomieszczenia wykonane w technologii odporności ogniowej minimum EL60-120,
- pomieszczenie socjalno – bytowe (w tym WC z pomieszczeniem z natryskiem, aneks kuchenny).

System bezpieczeństwa serwerowni składać się ma co najmniej z:

- Systemu przeciwpożarowego - autonomiczny system przeciwpożarowy z instalacją gaszenia gazem obojętnym i systemem Wczesnej Detekcji Dymu: system ten należy również zainstalować we wszystkich pomieszczeniach, gdzie znajduje się sprzęt infrastruktury krytycznej, a gdzie nie będzie to powodowało zagrożenia życia,
- Systemu gaśniczego,
- Systemu powiadamiania,
- Systemu ewakuacyjnego,
- Systemu oświetlenia i sygnalizacji alarmowej,
- System kontroli dostępu, włamania i napadu oraz CCTV,

28. Pozostałe elementy

Partner Prywatny ma obowiązek na etapie projektu budowlanego wykonać symulację funkcjonowania zastosowanych systemów i instalacji w środowisku testowym (systemy powinny być opracowane, wdrożone oraz przejść testy skuteczności, co najmniej na 3 miesiące przed oddaniem tunelu do ruchu)

Wykonanie symulacji funkcjonowania ma zweryfikować poprawność przyjętych parametrów i rozwiązań z obszaru kontroli bezpieczeństwa. Partner Prywatny przedstawi ponadto Podmiotowi Publicznemu do zaopiniowania schematy zainstalowanych systemów. Partner Prywatny dostarczy Podmiotowi Publicznemu dokumentację wykonawczą wszystkich wykonanych systemów, w skład której wchodzi co najmniej (dokumenty w języku polskim):

- Karta katalogowa każdego produktu,
- Wykaz rzeczowy zastosowanych urządzeń,
- Instrukcja instalacji i konfiguracji,
- Instrukcja obsługi aplikacji:
- Deklaracja zgodności dla zastosowanych materiałów i wyrobów,
- Projekt budowlany, informatyczny i wykonawczy całego komponentu wdrożeniowego,
- Projekt budowlany i wykonawczy zasilania systemu,
- Projekt budowlany i wykonawczy systemu łączności,
- Dokumentacja techniczno-teleinformatyczna (opis protokołów komunikacji, wykaz wszystkich funkcji i operacji, które ma realizować system),
- Deklaracja zgodności spełnienia wymagań zgodnie z SIWZ w zakresie rodzaju zbieranych danych i jakości dostarczenia do Podmiotu Publicznego,
- Koncepcja testów i oprogramowania.

W tunelu tramwajowym należy dodatkowo przewidzieć pomieszczenie do zarządzania tunelem oraz dla obsługi na czas eksploatacji linii tramwajowej w rejonie przystanku tramwajowego. Rozmieszczenie w tunelu ma zostać zaprojektowane w sposób, aby zapewnić możliwość dojazdu obsługi oraz ewentualną ewakuację z tunelu oraz dojazd służb ratowniczych. Pod nawierzchnią (w celu tłumienia drgań) powinny być zamontowane maty wibroizolacyjne.

Przekrój ruchowy w tunelu

Przekrój tunelu powinien zapewnić zachowanie skrajni identycznych jak na odcinkach przed i za tunelem, uwzględniając wszelkie urządzenia wyposażenia tunelu oraz BRD.

Przekrój poprzeczny tunelu tramwajowego uzgodnić z ZDM i MPK Kraków w dostosowaniu do gabarytów taboru tramwajowego przewidzianego do ruchu w tunelu.

W ścianach bocznych tunelu Partner Prywatny powinien przewidzieć możliwość zabudowy wentylatorów lub kanałów nawiewnych.