

## CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Tunel składa się z trzech zasadniczych elementów:

- elementy wjazdowe/wyjazdowe do/z tunelu
- tunel właściwy
- strefa przystankowa.

### a. Elementy wjazdowe/wyjazdowe do/z tunelu

Elementy te wykonane są ze szczelinowych ścian teowych zakończonych utwardzoną skarpą. Ściany wyprowadzone do wysokości 1,1m ponad poziom terenu i zakończone stalową balustradą. Obłożenie ścian płytami z piaskowca BRENNA o fakturze rustykalnej.

### b. Tunel właściwy

Tunel wykonany jest jako żelbetowa dwunawowa zamknięta rama. Rama ta wraz z "wanną" mieszczącą wszystkie urządzenia i wyposażenie tunelu stanowi szczelną konstrukcję. Ściany boczne tunelu oraz podpora środkowa (wykonane z poziomu terenu jako ściany szczelinowe) na długości tunelu zamyka rygiel skonstruowany w formie płyty żelbetowej stanowiącej strop tunelu. Poprzecznie wanna podzielona jest szczelnymi i trwałymi dylatacjami co ok. 17,0m. Elementy te podzielono dodatkowo pionowymi bocznkami co ok. 4,25m. Wystrój zewnętrzny tunelu wykonany jest farbami mineralnymi przewidzianymi do pokrywania surowej faktury betonu.

### c. Strefa przystankowa

W segmencie tym zlokalizowane są wyjścia z tunelu oraz dźwigi do niepełnosprawnych. Każdy z segmentów tj. segment wschodni i zachodni posiada 2 wyloty schodowe i 2 dźwigi dla niepełnosprawnych. Dźwigi posiadają niezależną konstrukcję stalową szybu. Ze względów bezpieczeństwa obudowane są szymbem żelbetowym. Ściany pomiędzy schodami obłożone są płytami ALUPANEL w kolorze jasnoszarym (RAL 1013) jak ściany i sufit tunelu, pomiędzy płytami przewidziane są miejsca na plansze reklamowe, poniżej płyt cokół z płyt granitowych wysokości 30cm.

Ściany schodów obłożone są płytami z piaskowca BRENNA o fakturze rustykalnej.

Stopnie i podstopnice granitowe, cokół przy schodach granitowy (jak przy ścianie tunelu).

Posadzka strefy przystankowej z kostki typu POLBRUK w kolorze żółtym.

Schody wyposażone w pochwyty aluminiowe mocowane do ściany na fragmentach dolnych w formie balustrady.

Wejścia zakończone wiatami o konstrukcji stalowo-aluminiowej przykryte płytami z poliwęglanu.

W strefie przystankowej zlokalizowane są cztery otwory wyciągowe wentylacji mechanicznej, zakończone żelbetowymi elementami w postaci wieżyczek z żaluzjami.

Wejścia schodowe powiązane są z wyjściami z dźwigów dla niepełnosprawnych.

Od strony Wisły ściana tunelu stanowi ścianę oporową graniczącą z przebiegającą poniżej ścieżką rowerową, z tego względu jest ona zakończona balustradą o wysokości 1,10m od poziomu terenu. Konstrukcja balustrady żelbetowej wypełniona elementami stalowymi.

## **1. Ogólna charakterystyka budowlana**

Tunel drogowy wzdłuż Wisłostrady na wysokości Trasy Świętokrzyskiej jest drogowym obiektem inżynieryjnym. Pod względem budowlanym tunel został podzielony na dwa równoległe tunele o długościach

- nawa zachodnia (ruch w kierunku południowym) – 930m (776m pod stropem)
- nawa wschodnia (ruch w kierunku północnym) – 889m (694m pod stropem),

oddzielone od siebie ścianą betonową, która pod względem bezpieczeństwa pożarowego stanowi przegrodę ogniową. Każda z nitek tunelu posiada trzy pasy ruchu o szerokości 3,5m każdy oraz w jego środkowej części zatokę z przystankiem autobusowym. Przystanki posiadają po dwie klatki schodowe z poziomu terenu oraz po dwie windy. Wzdłuż tunelu ciągną się chodniki techniczne o szerokości 1,75m. Nad chodnikami, co ok. 50m umieszczone są zespoły wentylatorów przewietrzające tunel przepychając powietrze wzdłuż jego osi. Wszystkie systemy techniczne działają automatycznie bez konieczności sprawowania stałego dozoru przez człowieka. Dla sprawnej ewakuacji ludzi wykonano 6 kompletów drzwi ewakuacyjnych w ścianie oddzielającej obie nitki tunelu.

Parametry budowlane tunelu:

- szerokość jezdni	2 x 10,5m
- długość tunelu jezdni wschodniej	750m
- długość tunelu jezdni zachodniej	885m
- całkowita długość tunelu ze zjazdami	1200-1275m
- szerokość tunelu w rejonie przystanku	30m
- pas dzielący	3,5m
- skrajnie drogowe	5m
- kubatura tunelu wschodniego	52.500m <sup>3</sup>
- kubatura tunelu zachodniego	61.500m <sup>3</sup>

Tunel umożliwia bezkolizyjne przeprowadzenie ruchu tranzytowego na ciągu Wisłostrady.

## **2. Konstrukcja tunelu**

Konstrukcję tunelu stanowi dwunawowa rama żelbetowa, której słupy uformowane są w postaci ścian szczelinowych a rygiel, w formie płyty stropowej, oparty jest przegubowo na ścianach skrajnych i utwierdzony na ścianie środkowej. Ściany szczelinowe pełnią rolę fundamentów i osłon przejmujących obciążenia w trakcie eksploatacji tunelu, oraz kotwi na wypadek podtopienia wanny przy ewentualnym podniesieniu się wód gruntowych. W nawach ramy znajdują się żelbetowe szczelne "wanny", posadowione bezpośrednio na gruncie, których boczne ściany wyprowadzone aż do wsparcia o oczepy ścian szczelinowych (zewnętrznych) i płytę stropu, zabezpieczając przed wyporem możliwie wysokiej wody gruntowej. Każda z wanien mieści jezdnię, chodnik techniczny i urządzenia zabezpieczające dla jednego kierunku ruchu. Konstrukcja tunelu podzielona jest na dylatowane między sobą sekcje o podstawowej (maksymalnej) długości 17 m. Na dojazdach sekcje tunelu są otwarte (bez płyt stropowych).

## Opis konstrukcyjny elementów tunelu

### Płyta stropowa tunelu

Płyta stropowa, stanowiąca rygiel ramy konstrukcji tunelu, w przekroju poprzecznym ma kształt daszkowy o spadkach 2,5% i w obszarach podparć jest pogrubiona przez zastosowanie skosów. Na długości tunelu płyta stropowa podzielona jest dylatacjami umożliwiającymi swobodną pracę każdej powstałej w ten sposób sekcji. Górna powierzchnia płyty jest zaizolowana a przerwy między sekcjami osłonięte dylatacjami bieżnikowymi. Zarówno bieżniki osłon dylatacji jak i izolacja są wyprowadzone na oczepy ścian szczelinowych. Płyta wykonana jest z betonu konstrukcyjnego klasy B30 i stali zbrojeniowej klasy A-I i A-II.

### Ściany szczelinowe fundamentów tunelu

Fundamenty części dojazdowych tunelu oraz fundamenty zewnętrzne części tunelu przykrytej stropem, wykonane są w postaci ciągłej ściany szczelinowej, żelbetowej, zwieńczonej oczepem.

Fundament środkowy dwunawowej ramy konstrukcji tunelu składa się z baret o szerokości 250cm w rozstawie osiowym 422cm, przy czym w niektórych segmentach tunelu rozstaw ten się zmienia. Przestrzenie między baretami na wysokości wanny tunelu są wypełnione betonem stanowiącym podłoże izolacji tunelowej. Cała konstrukcja tunelu jest podzielona na dylatowane między sobą segmenty o długości 17m.

Inne długości mają tylko segmenty skrajne oraz segmenty części poszerzonej (przystankowej). Zewnętrzne ściany szczelinowe typowego segmentu składają się z odcinków o szerokości 680cm (głębokich, stanowiących właściwe fundamenty), przedzielonych odcinkami szerokości 170cm (płytkimi, pozwalającymi na swobodną filtrację wody pod dnem tunelu). Elementami nośnymi ściany środkowej w części dwunawowej tunelu są bary wykonane techniką ścian szczelinowych o szerokości 250cm.

### Oczepy ścian szczelinowych i murki na dojazdach

Dla uzyskania możliwości liniowego podparcia płyt stropowych na zewnętrznych ścianach szczelinowych bary tych ścian zostały górą zwieńczone oczepami stanowiącymi na dojazdach (częściach tunelu nie przykrytych stropem) podstawę murków oporowych.

### Wanny żelbetowe tunelu

Konstrukcje wanny tunelu tworzą płyta denna, wylewana na pokrytym izolacją tunelową podłożu betonowym oraz dwie ściany boczne przylegające do odpowiednio przygotowanych i również pokrytych izolacją tunelową ścian szczelinowych.

W każdej z wanien mieszczą się wszystkie potrzebne dla danego kierunku ruchu urządzenia drogowe. Z tego względu wewnętrzne wymiary (gabaryty) poszczególnych segmentów wanien muszą być dokładnie zgodne i zapewniać prawidłowe rozmieszczenie wszystkich elementów i oczekiwany wygląd wnętrza tunelu.

Z uwagi na przewidywane urządzenia instalacji odwodnienia jezdni, w konstrukcji płyty dennej zaprojektowano miejscowe obniżenia w postaci mini wanien. Bruzdy, otwory i wnęki na pozostałe instalacje pokazano na rysunkach gabarytowych.

Dla wyprowadzenia jezdni poza płytę denna wanny zaprojektowano płyty przejściowe o długości 5m.

Górna powierzchnia płyty dennej osłonięta jest izolacją termozgrzewalną wykonaną zgodnie z wymogami specyfikacji robót. Górne powierzchnie chodników są pokryte powłoką antykorozyjną.

Na odcinku poszerzonym tunelu (obszar przystanków) dodatkowy pas ruchu (przystankowy) posiada nawierzchnie betonową. Nawierzchnia pozostałych pasów ujęta jest w projekcie drogowym.

Beton konstrukcyjny B40, stal zbrojeniowa klasy A-I i A-II.

### Izolacja tunelowa i dylatacje sekcji wanien

Izolację wymagających pełnej szczelności wanien żelbetowych tunelu, zaprojektowano jako formowaną, na wyrównanych powierzchniach ścian szczelinowych i podłożu betonowym pod dnem wanny, zbrojoną siatką wiskozową, nieprzerwaną powłoką bitumiczno-lateksową.

Powłoka ta jest dodatkowo zabezpieczona w miejscach dylatacji sekcji tunelu i w miejscach połączenia ścian szczelinowych z podłożem betonowym.

Szczeliny dylatacyjne między poszczególnymi sekcjami wanny, zabezpieczane zostały wkładkami dystansowymi do szczelnych dylatacji ruchomych.

System izolacji ciężkiej:

- w strefie górnej, od zewnętrznej strony konstrukcji (na stropach i bocznych powierzchniach tunelu) membrana Dualseal dociśnięta 10cm warstwą betonu ochronnego,
- w strefie środkowej i dolnej, od wewnętrznej strony konstrukcji (na ścianach szczelinowych i betonie wyrównawczym na gruncie) membrana Dualseal LG na geowłókninie dociśnięta żelbetową wanną tunelu (płytami dennymi i ścianami wewnętrznymi),
- styki robocze uszczelnione zainjektowanymi żywicą wężykami Fuko-1; dylatacje oraz przegubowe połączenia oczepów ze stropami zabezpieczone taśmami Tricomer i paskami Bituthene,
- izolacja drogowa (na płycie dennej pod chodnikami i nawierzchnią asfaltobetonową) z papy termozgrzewalnej Bitumelit PR5.

### Szachty windowe

W pobliżu schodów usytuowano cztery szachty windowe. Szachty windowe wykonano jako monolityczne, żelbetowe oparte na dennej płycie wanny tunelu. Ściany szachty grubości 15cm zbrojone obustronnie w dwóch kierunkach prętami  $\varnothing 12$  A-II. Przekrycie szachty stanowi łupina żelbetowa grubości 12cm, w przekroju o kształcie łuku eliptycznego wysokości 60cm.

Szachty zaprojektowano z betonu B25.

### Schody

Wyjście z tunelu stanowią cztery klatki schodowe. Schody zaprojektowano jako monolityczne, żelbetowe, płytowe oparte na żelbetowych ścianach. Płyty biegowe i spocznikowe grubości 18cm zbrojone prętami  $\varnothing 16$  A-II. Ściany monolityczne żelbetowe grubości 25cm zbrojone obustronnie siatkami z prętów  $\varnothing 12$  A-II, wylewane na wannie tunelu. Wokół schodów zaprojektowano żelbetowe ściany oporowe grubości 40cm. Zarówno schody jak ściany zaprojektowano z betonu B25.

## Czerpnie

Na płycie tunelu zaprojektowano cztery czerpnie powietrza. Ściany czerpni zaprojektowano jako żelbetowe wylewane grubości 15cm, zbrojone obustronnie pionowymi prętami  $\varnothing 12$  A-II, poziomymi  $\varnothing 8$  A-II, beton B25. Na ścianach poprzez cztery stalowe słupki wysokości 1220cm z profilu o przekroju kwadratowym 80x80x5cm opiera się żelbetowa płyta przykrywająca. Grubość płyty - 10cm, zbrojenie górą i dołem siatkami  $\varnothing 8$  A-II, beton B25.

### **3. Instalacje elektryczne**

Zasilanie energetyczne tunelu odbywa się z dwóch stacji transformatorowych usytuowanych przy wlotach do tunelu na wysokości ul. Jaracza i ul. Lipowej.

Z każdej stacji wyprowadzone są 3 kable wlv zasilające rozdzielnie główne n.n. (wentylacji, odwodnienia i oświetlenia). Rozdzielnie te, wyposażone w układy pomiaru energii elektrycznej, znajdują się w budynku zlokalizowanym obok stacji transformatorowych. Z poszczególnych rozdzielni głównych wyprowadzono obwody kablowe ZLZ (zewnętrzne linie zasilające) do poszczególnych szafek sterowniczo – zasilających, dla wentylacji, odwodnienia i oświetlenia. Całość układu zasilana jest z dwóch niezależnych źródeł i wyposażona w układy SZR (samoczynne załączanie rezerwy). Po zaniku napięcia z jednej stacji, automatycznie zostaje załączone napięcie z drugiej stacji.

#### Stewowanie oświetleniem

Oświetlenie tuneli drogowych zlokalizowanych w ciągu ul. Wybrzeże Kościuszkowskie na odcinku od ul. Jaracza do ul. Karowej. Oba tunele wschodni i zachodni zasilane są z 2 szaf oświetleniowych OS-1 i OS-2. Szafa OS-1 zasilana jest z rozdzielni użytkownika RNN przy stacji trafo A (z pomiarem energii) zlokalizowanej od północno-zachodniej strony tunelu zachodniego a szafa OS-2 z RNN przy stacji trafo B zlokalizowanej w południowo-zachodniej części tunelu. Drugostronne zasilanie szaf oświetleniowych odbywa się za pośrednictwem SZR. Szafy oświetleniowe pozwalają realizować następujące programy:

- program NOC (oświetlenie całodobowe)
- program PD (dzień pochmurny)
- program SD (dzień słoneczny).

Ilość oprav oświetleniowych:

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| - tunelowych                           | 758szt                     |
| - doświetlenie stref przystankowych    | 40szt                      |
| - wejście do tunelu, schody            | 24szt oprav świetlówkowych |
| - oświetlenie ewakuacyjne              | 70szt oprav świetlówkowych |
| - oświetlenie pomieszczeń technicznych | 9szt oprav świetlówkowych, |
| 16 oprav kanałowych.                   |                            |

#### Linie kablowe zasilające rozdzielnice zasuww ZSZ1 i ZSZ2

Rozdzielnice zasuww ZSZ1 i ZSZ2 zasilane są kablami YKY5x4 prowadzonymi w ziemi z rozdzielnic R5 i R8. Zasuwy sterowane są poprzez czujnik poziomu cieczy kablem YKSY 7x1.

### **4. Urządzenia odwodnienia**

System odwodnienia tunelu tworzą:

- wpusty przykrawężnikowe rozmieszczone równomiernie na całej długości tunelu, wprowadzające ścieki do minipompowni zlokalizowanych w najniższych punktach niwelety;
- na każdym wjeździe i wyjeździe do/z tunelu przy studniach Sp1, Sp2, Sp3, Sp22, Sp23 i Sp24 (strona północna) oraz przy studniach Sp10, Sp11, Sp12, Sp13, Sp14 i Sp15 (strona południowa) zamontowano podłużne odwodnienia liniowe typu FASERFIX PARK 200 typ 115.
- 24 minipompownie umieszczone w specjalnych zagłębieniach płyty dennej (tzw. miniwannach), w tym 20 minipompowni wyposażono w 1 pompę firmy WILO typu TP80 a w pozostałych 4 studniach nr Sp3, Sp22 oraz Sp11 i Sp14 zamontowano po 1 pompie firmy FLYGT o podobnej wydajności (w trzech dodano po 1 pompie rezerwowej tego samego typu i o tej samej charakterystyce do odwadniania w czasie powodzi a w jednej dodano 1 pompę jako rezerwę magazynową);
- radiotransmisja danych z przepompowni do systemu trankingowego MPWiK;
- stalowe kwasoodporne rurociągi tłoczne  $\varnothing 80$  zabetonowane w płytach dennych i stropach, którymi ścieki pompowane są z minipompowni do studzienek rozprężnych  $\varnothing 1200$  na zewnątrz tunelu;
- 2 niezależne kanały grawitacyjne (północny i południowy) z rur PVC  $\varnothing 300$  i  $\varnothing 400$ , odbierające ścieki ze studzienek rozprężnych. Na ciągach kanalizacyjnych wybudowano studzienki rewizyjne  $\varnothing 1200$  oraz po 1 szt. dla każdego ciągu: studnia z zasuwą z napędem elektrycznym, studnia przepadowa z klapą zwrotną, separator koalescencyjny AWAS, wylot do Wisły.

System sterowania przepompownią wód opadowych tworzą:

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. układy sterowania pompami                             | - 24 kpl. |
| 2. układy sterowania zasuwami                            | - 2 kpl   |
| 3. układ zdalnego sterowania i wizualizacji przepompowni | - 1 kpl   |
| 4. radar firmy WEGA 61                                   |           |
| 5. Uniwersalny Regulator Mikroprocesorowy ST-701         |           |
| 6. 4 radary falowodowych firmy ABB K-tec MT5000          |           |
| 7. Modem GSM   |           |

#### Układ sterowania pompami

Układ sterowania pompy składa się z czujnika typu N wraz z urządzeniem sterującym typu SK 544 produkcji WILO, na który można ustawić poziom załączenia i wyłączenia pompy. W studniach dwupompowych zastosowano układ sterowania w oparciu radar MT 5000 z odczytem na mikroprocesorowych regulatorów pomiarów poziomu ST701. Przed suchobiegiem pompa zabezpieczona jest pomiarem poziomu zrealizowanym na drugiej sekcji urządzenia sterującego SK 544. Pompa zasilana jest poprzez układ zabezpieczeń przeciwprzepięciowych typu DEHNguard, układ różnicowo-prądowy i termik. Zabezpieczenie przeciwwilgociowe pompy, przed wzrostem temperatury uzwojeń i nieprawidłowym podłączeniem elektrycznym zostało wykonane z użyciem urządzenia wyzwalającego typ SK 545 produkcji WILO.

Pompa posiada sterowanie automatyczne zrealizowane przez czujniki pomiaru poziomu i zdalne przez lokalny sterownik, oraz sterowanie ręczne – miejscowe. Każda z miejscowych szafek sterowniczych posiada własne ogrzewanie zapewniające właściwą pracę zamontowanych w nich urządzeń. Szafka zasilana również obwód kabla grzewczego KIMA wykorzystywanego w technologii pracy przepompowni.

#### Układ sterowania zasuwa

Układ sterowania zasuwa został oparty na napędzie AUMA 14.1 wyposażonym w system aumamatic MSP 1110KC3-A17E1 z układem przyłączeniowym KMS TP110/001. Od strony zasilania zasuwa zabezpieczona jest układem zabezpieczeń przeciwprzepięciowych typu DEHNguard i układem różnicowo-prądowym. Sterowanie automatyczne miejscowe jest realizowane za pomocą pomiaru poziomu napełnienia kanalizacji w studniach Sd33a i Sd16 za pomocą radaru MT 5000 z odczytem na mikroprocesorowych regulatorów pomiarów poziomu ST701. Sterowanie zdalne zostało wykonane na lokalnym sterowniku, który komunikuje się ze sterownikiem głównym. Została również zrealizowana możliwość ręcznego sterowania zasuwa - sterowanie miejscowe. Do sterownika lokalnego podłączona została również czujka napełnienia zwiążków ropopochodnych zabudowana w separatorze. Układ pomiarowy informuje użytkownika o napełnieniu separatora w 80% i konieczności jego czyszczenia.

#### Układ zdalnego sterowania i wizualizacji przepompowni.

Układ zdalnego sterowania i wizualizacji przepompowni rozwiązany jest na grupie sterowników lokalnych zamontowanych w szafkach automatyki pomp i zasuw połączonych ze sobą systemem przekazywania danych RS485. Sterownik główny "MASTER" zabudowany jest w oddzielnej skrzynce w pomieszczeniu technicznym tunelu i ma za zadanie zbieranie danych z poszczególnych punktów sterowniczo-pomiarowych oraz przekazywanie ich za pomocą modemu radiowego poza obiekt. Sterownik wyposażony jest również w wyświetlacz dotykowy, na którym została odwzorowana praca przepompowni.

#### Ogrzewanie przewodów tłocznych kanalizacji

Kable grzewcze zasilane są z rozdzielnic zasilająco-sterowniczych dla pomp WILO. W każdej rozdzielnicy przewidziano po trzy dodatkowe zabezpieczenia nadmiarowo-prądowe. Kable grzewcze są zasilane przewodem bezhalogenowym.

Kable grzewcze prowadzone są w trasie chronionych przed zamarzaniem przewodów tłocznych.

Studzienki SP1 do SP 24 ogrzewane są kablem grzewczym KIMA.

Obwody instalacyjne dla odwodnienia i oświetlenia są prowadzone w korytkach w specjalnie dla tego przeznaczonych brzdach zlokalizowanych w górnej części tunelu;

Pobór mocy:

- a. silnik pompy 3,4 kW,
- b. kabel grzewczy kanalizacji 0,75 kW,
- c. kabel grzewczy studzienki 0,90 kW,
- d. kabel grzewczy wody ppoż. 1,60 kW,

Kable są ułożone warstwowo w korytkach o utrudnionej cyrkulacji powietrza.

### **5. Wentylacja tunelu**

W przypadku wystąpienia zadymienia tunelu instalacja sygnalizacyjno-alarmowa powoduje włączenie wentylacji oddymiającej. System wentylacji przystosowany jest do sterowania ręcznego przez operatora.

#### Oddymianie tunelu

Ze względu na brak normy polskiej dotyczącej wentylacji tuneli oparto się na normie niemieckiej VDI2053. Biorąc pod uwagę to, że ruch w tunelu odbywa się tylko w jedną stronę oraz długość tunelu nie przekraczającą 1500 metrów, wykonano wentylację „wzdłużną”: wzdłuż tunelu umieszczono wentylatory osiowe przetłaczające powietrze od wlotu do wylotu z tunelu zgodnie z kierunkiem jazdy pojazdów. Powietrze świeże do wentylacji zasysane jest przez otwór wjazdowy do tunelu (zgodnie z kierunkiem jazdy samochodów), a powietrze zanieczyszczone spalinami wyrzucane jest przez wyjazd z tunelu. Z tunelu wschodniego wyrzut powietrza zanieczyszczonego spalinami odbywa się w rejonie ul. Karowej, natomiast z tunelu zachodniego w rejonie mostu Poniatowskiego. Całkowita ilość powietrza wentylacyjnego dla usunięcia powstających zanieczyszczeń w tunelu wschodnim wynosi 530.000 m<sup>3</sup>/h (0,1 wymiany powietrza w kubaturze tunelu). Całkowita ilość powietrza wentylacyjnego dla usunięcia powstających zanieczyszczeń w tunelu zachodnim wynosi 627.500 m<sup>3</sup>/h (0,2 wymiany powietrza w kubaturze tunelu).

Powietrze w tunelu dłuższym (strona zachodnia) wprowadzane jest w ruch 16-toma zespołami wentylacyjnymi, umieszczonymi nad chodnikami poza skrajnią jezdni, co około 50 metrów.

Wentylatory dobrano tak, aby przetłaczały odpowiednią ilość powietrza przypadającą na odcinek tunelu pomiędzy sąsiednimi wentylatorami. Powietrze w tunelu krótszym (strona wschodnia) wprowadzane jest w ruch 16-toma zespołami wentylacyjnymi, umieszczonymi nad chodnikami poza skrajnią jezdni, co około 47 metrów. Wentylatory dobrano tak, aby przetłaczały odpowiednią ilość powietrza przypadającą na odcinek tunelu pomiędzy sąsiednimi wentylatorami.

Ponadto dla obszarów przystanków przewidziano 4 układy wentylacji nawiewnej, po dwa układy nawiewne dla każdego z tuneli. Całkowita ilość powietrza wentylacyjnego dla usunięcia powstających zanieczyszczeń na pojedynczym przystanku wynosi 56.500 m<sup>3</sup>/h (20,0 wymian powietrza w kubaturze przystanku w tunelu). Zadaniem tej wentylacji jest usuwanie powstałych zanieczyszczeń z obszaru przystanku poprzez nawiew świeżego powietrza. Powietrze z przystanku jest przetłaczane do tunelu, poprzez który jest usuwane na zewnątrz. Czerpnie dla wentylacji przystanków znajdują się w rejonie przystanku na poziomie ok. 3 m ponad terenem. Poprzez system kanałów z blachy ocynkowanej prowadzonych po ścianach tunelu, powietrze przepływa do krtek wentylacyjnych, poprzez które jest nawiewane w obszar przystanku.

Wentylacja awaryjna sterowana jest z centrali sygnalizacji alarmu pożarowego. Zadaniem wentylacji awaryjnej - oddymiającej, w przypadku zasygnalizowania pożaru, jest nie dopuszczenie do zadymienia tunelu oraz nie dopuszczenie do nadmiernego wzrostu temperatury na czas ewakuacji znajdujących się w tunelu osób oraz także na czas prowadzenia akcji ratowniczej. Dla jeszcze prawidłowej pracy wentylacji możliwe jest uszkodzenie (na skutek wysokiej temperatury) 2 sąsiednich wentylatorów, bez poważnej szkody w pracy wentylacji (maksymalny obliczony zasięg wentylatora wynosi ok. 160 m). Dodatkowo zabezpieczane są obszary przystanków, gdzie nawiewana jest dodatkowa ilość powietrza, dla zabezpieczenia przystanków. Instalacja wentylacji pożarowej tunelu zapewnia minimum 10 wymian powietrza na godzinę i jest wyposażona w wentylatory w wykonaniu odpornym na temperaturę 400°C przez 120 minut. Rozwiązanie wentylacji oddymiającej w stosunku do wentylacji usuwającej zanieczyszczenia jest identyczne tzn. zaprojektowana instalacja spełnia zarówno przepisy wynikające z najwyższych dopuszczalnych stężeń jak i

pożarowe, tym bardziej, że wentylacja mechaniczna usuwająca zanieczyszczenia z powietrza ma wydajność większą niż wymagana przez wentylację pożarową. Powietrze świeże do wentylacji zasysane jest przez otwór wjazdowy do tunelu (zgodnie z kierunkiem jazdy samochodów), a powietrze zadymione wyrzucane jest przez wyjazd z tunelu. Z tunelu wschodniego wyrzut powietrza zadymionego spalinami odbywa się w rejonie ul. Karowej, natomiast z tunelu zachodniego w rejonie mostu Poniatowskiego. W przypadku zasygnalizowania pożaru w którymkolwiek z tuneli, włączy się cała wentylacja na przystankach w obu tunelach. Ma to na celu pewną ochronę ewakuacji osób z przystanków oraz osób wychodzących z samochodów w tunelu.

#### Sterowanie wentylacją

Wentylacja sterowana jest miejscowo tzn. każdy wentylator jest sterowany indywidualnie czujnikiem stężenia tlenu węgla. Podanie sygnału z któregośkolwiek z tych czujników powoduje włączenie odpowiadającego mu wentylatora przypisanego do zestawu pomiarowego. Włączanie zestawu odbywać się po przekroczeniu 80% NDSCh dla tlenu węgla tj. 145 mg/m<sup>3</sup> natomiast wyłączanie zestawu przy spadku stężenia poniżej NDS dla tlenu węgla, tj. 30 mg/m<sup>3</sup>. Zestawy pomiarowe są rozmieszczone wzdłuż tunelu w pobliżu wentylatorów, po stronie chodnika obsługiowego, w ilości 1 zestaw pomiarowy na 1 wentylator. Natomiast wentylatory w obszarze przystanków nie są sterowane z czujników, gdyż pracują w sposób ciągły w ciągu doby. Ze względu na granice włączania wentylacji mechanicznej przebywanie w tunelu ponad 30 minut może być niebezpieczne dla zdrowia. Prowadzenie prac konserwatorskich w tunelu należy prowadzić w okresach ograniczonego ruchu pojazdów.

#### Opis techniczny instalacji wentylacji

Maksymalne szczytowe zapotrzebowanie mocy elektrycznej dla wentylacji tunelu wynosi 385kW. Jest to moc szczytowa w okresach maksymalnego nasilenia ruchu samochodowego. Dla osiągnięcia oszczędności w zużyciu energii elektrycznej przewidziane jest włączanie poszczególnych wentylatorów niezależnie w zależności od miejscowego stężenia tlenu węgla sterowane miejscowo czujnikami CO.

#### Tunel Zachodni

- zainstalowano 16 wentylatorów oddymiających typ AXV-HT-800-8 o odporności ogniowej 2h / 400°C i wydajności  $V=40125\text{m}^3/\text{h}$  produkcji niemieckiej firmy WOLTER, w tym 8 zestawów z dyszami kierunkowymi. Zapewnia to 10 wymian powietrza na godzinę w tunelu i zachowanie prędkości 2,5m/s przepływu powietrza przez całkowity przekrój tunelu;
- zainstalowano 2 wentylatory na przystanku typ AXV-HT-800-9/25° LH-4 o wydajności 28.300m<sup>3</sup>/h produkcji niemieckiej firmy WOLTER, z kanałami wentylacyjnymi i kratkami nawiewnymi w ilości 27szt oraz czerpniami terenowymi powietrza zewnętrznego. Wentylacja na przystanku zapewnia 20 wymian powietrza na godzinę.

#### Tunel Wschodni

Wentylatory oddymiające w tunelu i na przystanku zainstalowano identyczne jak w tunelu zachodnim. Zapewnia to 10 wymian powietrza na godzinę w tunelu i zachowanie prędkości 2,5m/s przepływu powietrza przez całkowity przekrój tunelu oraz 20 wymian powietrza na godzinę na przystanku.

#### Instalacje elektryczne towarzyszące

- instalacje elektryczne wentylacji mechanicznej
- instalacje elektryczne wentylacji awaryjnej
- instalacje elektryczne rozdziału energii (naziemne szafy zasilająco-sterownicze).

Instalacja wentylacyjna w obu tunelach zasilana jest za pośrednictwem 8 szaf zasilająco-sterowniczych. Szafy te zasilone są z rozdzielnic użytkownika RNN stacji trafo A i B. Drugostronne zasilanie szaf odbywa się za pośrednictwem układu SZR. Wszystkie urządzenia sterujące wentylatorami są zainstalowane w szafie ZKP zlokalizowanej na zewnątrz tunelu.

Istnieje również możliwość awaryjnego (ręcznego) uruchomienia wszystkich wentylatorów z pominięciem KIP poprzez przyciski w szafie ZKP. W trybie pracy normalnej wentylatory są sterowane indywidualnie przez czujniki stężenia tlenu węgla. Wentylatory w strefie przystanków pracują bez przerwy i są uruchamiane przyciskami z szaf ZSPZ i ZSPW. Zasilanie i sterowanie wewnątrz tuneli zostało wykonane kablami bezhalogenowymi typu NKGs i HDGs odpornymi na ogień przez 3h w temperaturze 750°C.

### **6. Sieć wodociągowa - hydranty**

Źródłem wody na cele ppoż. jest przewód wodociągowy Ø150 w ul. Wybrzeże Kościuszkowskie. Na przyłączy do tego przewodu zamontowany został wodomierz w studzience wodomierzowej wraz z zaworem zwrotnym. Przed wodomierzem znajduje się hydrant, który służy do płukania. Wzdłuż zachodniej ściany projektowanego tunelu ułożono w ziemi przewód wodociągowy Ø150 wykonany z rur żeliwnych wodociągowych kielichowych w odległości 2 m od ściany tunelu. Na przewodzie tym znajdują się hydranty podziemne Ø80. Hydranty do gaszenia pożaru w tunelu, po dwa na wlocie i dwa na wylocie w odległości 5m od tunelu oraz dwa hydranty w rejonie przystanku razem 6szt., są zasilane z przewodu wodociągowego DN100, każdy wykonany ze stali ocynkowanej o polepszonej jakości TWT2 (w tunelu), a w ziemi z żeliwa sferoidalnego.

Odcinki pionowe prowadzone są w bruzdach ściennych, a poziome w kanałach. Odcinki poziome przechodzące przez ściany wyprowadzone są ponad wanną w rurze osłonowej. Natomiast przyłącza do hydrantów znajdujących się po stronie wschodniej jezdni poprowadzono nad konstrukcją tunelu. Przewód wodociągowy DN100 (przyłącza) zaizolowany jest wełną mineralną grub. 20mm oraz ocieplony przy pomocy grzewczego kabla elektrycznego i okładziny ze zbrojonej folii aluminiowej.

Kabel elektryczny wykonany jest z ociepleniem, okładziną termostatem, przewodem zasilającym i czujnikami.

#### a. Zasuwy i zawory

Zastosowano zasuwę DN150 z miękkim zamknięciem na przyłączy, zawory przed i za wodomierzem, zasuwę klinowe kółnikowe przed hydrantami tunelowymi w odległości 1m DN80 (6szt.) oraz zawór zwrotny DN150 w studzience wodomierzowej.

#### b. Hydranty

Zamontowano hydranty przeciwpożarowe podziemne Ø80 ze skrzynkami ulicznymi do zasuw, jeden przed studzienką wodomierzową, 11 szt. przy załamaniach na sieci Ø150, oraz 6 tunelowych. Razem 18 szt.

#### c. Wodomierz

Dla projektowanego tunelu przyjęto zapotrzebowanie na wodę 20dm<sup>3</sup>/s. Ilość czynnych hydrantów - 2 szt.

#### Techniczne środki zabezpieczeń ppoż.

- Układy sterowania pompą
- Układy sterowania zasuwą
- Zasilanie urządzeń pomocniczych
- Układ zdalnego sterowania i wizualizacji przepompowni

a. Układ sterowania pompy składa się z czujnika typu N wraz z urządzeniem sterującym typu SK 544 produkcji WILO, na który można ustawić poziom załączenia i wyłączenia pompy. Przed suchobiegiem pompa zabezpieczona jest pomiarem poziomu zrealizowanym na pływak. Pompa zasilana jest poprzez układ zabezpieczeń przeciwprzepięciowych, układ różnicowo-prądowy i termik. Zabezpieczenie pompy przeciw zawilgoceniu, wzrostowi temperatury uzwojeń i prawidłowego podłączenia elektrycznego jest zaprojektowane z użyciem urządzenia wyzwalającego typ SK 545 produkcji WILO. Pompa posiada sterowanie automatyczne miejscowe zrealizowane przez czujniki pomiaru poziomu i zdalne przez lokalny sterownik, oraz sterowanie ręczne - miejscowe.

b. Układ sterowania zasuwą został oparty na napędzie AUMA 14.1 wyposażonym w system AUMAMATIC MSP 1110KC3-A17E1 z układem przyłączeniowym KMS TP110/001. Od strony zasilania zasuwa zabezpieczona jest układem zabezpieczeń przeciwprzepięciowych typu DEHNgard i układem różnicowo-prądowym. Sterowanie automatyczne miejscowe jest realizowane za pomocą pomiaru poziomu rzeki w studzienkach Sd18 i S19 za pomocą ultradźwiękowego miernika pomiaru poziomu HydroRanger I produkcji Siemens - Milltronic i sterowanie automatyczne zdalne przez lokalny sterownik. Została przewidziana możliwość ręcznego sterowania zasuwą - sterowanie miejscowe.

c. Zasilanie urządzeń pomocniczych. Każda z miejscowych szafek sterowniczych posiada własne ogrzewanie zapewniające właściwą pracę zamontowanych w nich urządzeń. Szafka zasilą również układ kabla grzewczego wykorzystywanego w technologii pracy przepompowni.

d. Układ zdalnego sterowania i wizualizacji przepompowni rozwiązany jest na grupie sterowników lokalnych zamontowanych w szafkach automatyki pomp i zasuw połączonych ze sobą systemem przekazywania danych RS485. Sterownik MASTER zabudowany jest w oddzielnej skrzynce i ma za zadanie zbieranie danych z poszczególnych punktów sterowniczo-pomiarowych oraz przekazywanie ich za pomocą modemu radiowego poza obiekt. Wyposażony jest również w wyświetlacz dotykowy, na którym ukazana jest praca przepompowni.

Sposób zabudowy szafek elektrycznych.

Urządzenia i aparaty elektryczne umieszczono w podwójnych szafkach oddzielonych od siebie 1 cm warstwą styropianu, przy czym drzwi zewnętrznej szafki zamykane są na dwa zamki otwierane kluczem elektrycznym i kłódkę, drzwi szafki wewnętrznej zamykane są na podwójny zamek z bębenkiem typu YALLE.

Przeciwwłamaniowy system zabezpieczenia szafek i komór pompowych.

Każda szafka i komora pompowa jest wyposażona w czujnik otwarcia drzwi - włazu, który za pomocą sterownika lokalnego informuje użytkownika o dokonanym włamaniu. W celu wyłączenia czujników każda szafka została wyposażona w oddzielną stacyjkę wyłączającą układ czujników.

## **7. System sygnalizacji pożaru**

Systemy sygnalizacji alarmowej pożarowej oraz instalacji sygnalizacji przekroczenia dopuszczalnego stężenia tlenu w powietrzu.

Zastosowany system sygnalizacji pożaru oparty jest o liniowe optyczne sensory temperatury wykorzystujące światło spolaryzowane przesyłane linią światłowodową. Liniowy sensor temperatury ma postać kabla światłowodowego w izolacji z tworzywa sztucznego trudnopalnego i odpornego na trudne warunki atmosferyczne. Kabel zawiera dwa niezależne włókna szklane umieszczone wewnątrz stalowej rurki o średnicy 1,65 mm. Zewnętrzna średnica izolacji z tworzywa HDPE 8mm. Zastosowanie tego tworzywa ma decydujący wpływ na czułość i selektywność pomiaru temperatury. Możliwe jest określenie występowania źródła ciepła identyfikowanego jako pożar z dokładnością od 1,5m do 3m na długości kabla. Maksymalna długość kabla-sensora liniowego wynosi 4.000m. W przypadku tunelu pod Wislostradą długość ta wynosi ok. 3.500m. Sensor wykrywa zagrożenie pożarowe wg trzech następujących kryteriów:

- przekroczenie maksymalnej progowej temperatury na odcinku pomiarowym sensora,
- przekroczenie maksymalnego gradientu przyrostu temperatury w czasie na odcinku pomiarowym sensora,
- maksymalnej różnicy temperatur występującej w strefie dozorowej.

W praktyce określa się następujące progi zadziałania liniowego sensora temperatury:

- maksymalna temperatura progowa: ok. 55°C,
- maksymalny gradient temperatury: ok. 6°C/min,
- maksymalna różnica temperatur w strefie dozorowej: ok. 20°C.

Wartości te można zmieniać i zadać indywidualnie dla każdej strefy dozorowej, zaś sensor liniowy można podzielić logicznie na maksymalnie 127 stref dozorowych.

Centralka sygnalizacji pożaru (kontroler) jest urządzeniem elektronicznym, nie wymagającym stałej obsługi personelu technicznego. Rejestrowane alarmy pożarowe i inne zdarzenia (alarmy uszkodzeniowe) są analizowane i przesyłane do ośrodka monitoringu pożarowego. Alarm przesyłany jest do operatora systemu monitoringu pożarowego, po zweryfikowaniu alarmu z centralki do ośrodka dyspozycyjnego alarm przesłany jest do Państwowej Straży Pożarnej poprzez aparaturę teletransmisyjną (drogą radiową). Możliwe jest alternatywne powiązanie centralki sygnalizacji pożaru ze stacją monitoringu pożarowego poprzez sztywne łącza w kablu telefonicznym (kabel 10 parowy).

Aparatura elektroniczna wraz z kontrolerem systemu sygnalizacji pożaru zlokalizowana jest w pomieszczeniu technicznym 4PZ po zachodniej stronie tunelu.

Centralka sygnalizacji pożaru (kontroler) zasilana jest z zasilacza 24V DC współpracującego z baterią akumulatorów, która jest buforowana i ładowana automatycznie. Ponadto napięcie sieciowe 230V, 50Hz doprowadzone do zasilacza centralki jest podawane poprzez UPS o mocy 200VA. Napięcie podstawowe podawane jest z dwóch niezależnych źródeł i jest automatycznie przełączane w przypadku zaniku jednego z nich. Przy całkowitym zaniku napięcia w sieci 230V 50Hz następuje automatyczne przełączenie na

zasilanie z baterii akumulatorów. Bateria akumulatorów gwarantuje prawidłową pracę systemu sygnalizacji pożaru przez okres 36 godzin po zaniku napięcia podstawowego.

#### Centrałka sygnalizacji pożaru (kontroler)

Centrałka sygnalizacji pożaru (kontroler) składa się z następujących bloków:

- laser klasy 3B (wg normy DIN EN60825-1) o mocy 100 mW pracujący w zakresie 1300 nm długości fali świetlnej,
- sterownik lasera,
- blok optyczny z filtrami spektralnymi i odbiornikami fali odbitej oraz komparatorami,
- przyłącze kabla-sensora światłowodowego,
- generator częstotliwości o zakresie 100 MHz,
- analizator sygnałów z komparatora,
- mikroprocesor,
- interface RS 232,
- WE i WY przekaźnikowe.

Kontroler zasilany jest napięciem stałym 24V DC (100W) z oddzielnego zasilacza stabilizowanego z baterią akumulatorów bezobsługowych. Do kontrolera przyłącza się poprzez złącze szeregowe RS232 komputer osobisty z oprogramowaniem serwisowym pozwalający na dokonanie logicznej konfiguracji systemu jego diagnostyki, ustawienia zadanych parametrów pracy, odbioru technicznego instalacji oraz wizualizacji stanu pracy linii dozoru. Komputer ten wykorzystywany jest przez obsługę serwisową systemu i w czasie codziennej eksploatacji jest odłączony od kontrolera. Złącze RS232 kontrolera może być również wykorzystane do podłączenia swobodnie programowalnych sterowników przemysłowych służących do sterowania innych urządzeń technologicznych związanych funkcjonalnie z ochroną pożarową lub alarmów. Kontroler jest wyposażony w blok 10 przekaźników swobodnie programowalnych, na które wyprowadzić można sygnały alarmowe. Styki przekaźników o obciążalności 2A DC (60W). Posiada również cztery wejścia dla wprowadzenia sygnałów sterujących. Rezystancja wejściowa sygnałów sterujących wynosi 20kΩ przy napięciu 24V. Instalacja centrałki sygnalizacji pożaru (kontrolera). Centrałka wykonana jest w postaci metalowej szafki o wymiarach 449x266x318mm i umieszczona jest w stojaku 19" ustawionym w pomieszczeniu technicznym 4PZ po zachodniej stronie tunelu. Konstrukcja stojaka umożliwia wysuwanie skrzynki kontrolera, aby umożliwić dostęp do gniazd przyłączowych znajdujących się na tylnej ścianie (w celu dokonania czynności serwisowych). Wysokość zainstalowania kontrolera wynosi ok. 1,20 m od posadzki. Pod kontrolerem zainstalowany jest zasilacz 24V DC wraz z baterią akumulatorów oraz blok UPS. Nad kontrolerem umieszczone są karty z przekaźnikami pomocniczymi do sterowania wentylacją w tunelu w przypadku wybuchu pożaru. Znajdują się tam również urządzenia teletransmisyjne monitoringu pożarowego. Umieszczone są również sterowniki przemysłowe do wykorzystania przez systemy inżynierii ruchu do sterowania sygnalizacją świetlną na skrzyżowaniach Wistostrady z ulicami Karową na północy i ul. Jaracza na południowym wylocie tunelu lub na samych wjazdach do tunelu. Temperatura, w jakiej pracują urządzenia elektroniczne zainstalowane w stojaku nie powinna być niższa od 0°C i wyższa od 40°C. Urządzenia posiadają własne wentylatory w celu odprowadzenia nadmiaru ciepła. Stojak 19" oraz pozostałe urządzenia teletechniczne są uziemione.

Programowanie organizacji alarmowania.

#### a. Podział na strefy dozoru:

- a. północna część tunelu zachodniego,
- b. strefa przystanku w tunelu zachodnim,
- c. południowa część tunelu zachodniego,
- d. północna część tunelu wschodniego,
- e. strefa przystanku w tunelu wschodnim,
- f. południowa część tunelu wschodniego.

#### b. Deklaracja długości elementów adresowych

Deklaracja elementów adresowych polega na określeniu lokalizacji elementu w funkcji długości liniowego sensora temperatury (kabla) i przypisaniu do odpowiedniej strefy dozoru:

0 m	50 m	strefa 2
50 m	700 m	strefa 1
700 m	840 m	strefa 2
840 m	1575 m	strefa 3
1575 m	1655 m	strefa 2
1655 m	1985 m	strefa 1
1985 m	2315 m	strefa 4
2315 m	2400 m	strefa 5
2400 m	2970 m	strefa 6
2970 m	3110 m	strefa 7
3110 m	3440 m	strefa 4

#### c. Deklaracja wariantów alarmowania

Dla poszczególnych stref zaprojektowano alarmowanie jednostopniowe zwykłe. Zadziałanie elementu liniowego wywołuje alarm przypisany do określonej strefy dozoru. Alarmy wywołane w pierwszych trzech strefach są przyporządkowane do tunelu zachodniego, a wyprowadzony z nich alarm zbiorczy na styki przekaźnika nr1 przekaże impuls do uruchomienia wentylacji przewietrzającej cały zachodni tunel oraz przystanek tunelu wschodniego. Analogicznie alarmy wywołane w strefach od 4 do 6 podadzą sygnał alarmu zbiorczego dla tunelu wschodniego na styki przekaźnika mff 25 co da impuls do uruchomienia wentylatorów w tunelu wschodnim i na przystanku tunelu zachodniego.

Oprócz alarmów pożarowych deklaruje się również trzy rodzaje alarmów zakłóceń:

- a. alarm uszkodzeniowy wywołany zanikiem napięcia zasilającego,
- b. alarm uszkodzeniowy kontrolera (CPU),
- c. alarm uszkodzeniowy sensora liniowego (zerwanie kabla).

Alarmy uszkodzeniowe zostaną zsumowane w jeden sygnał wyprowadzony na przedni panel kontrolera oraz na styk przekaźnika nr10.

Przekazywanie alarmów.

Centralka posiada możliwość przekazania sygnału o alarmie pożarowym i uszkodzeniowym poprzez łącze telefoniczne lub poprzez radio, co będzie wykorzystane do powiadamiania o zdarzeniu stację monitoringu Państwowej Straży Pożarnej. Zaprojektowano przekazywanie do stacji monitoringu odrębnych sygnałów alarmowych z każdej strefy dozoru oraz zbiorczego alarmu uszkodzeniowego. Tak, więc przypisuje się następujące wyjścia przekazywania alarmów:

- strefa 1 - północna część tunelu zachodniego - styk przełącznika nr 3
- strefa 2 - przystanek w tunelu zachodnim - styk przełącznika nr 4
- strefa 3 - południowa część tunelu zachodniego - styk przełącznika nr 5
- strefa 4 - północna część tunelu wschodniego - styk przełącznika nr 6
- strefa 5 - przystanek w tunelu wschodnim - styk przełącznika nr 7
- strefa 6 - południowa część tunelu wschodniego - styk przełącznika nr 8
- alarm uszkodzeniowy - styk przełącznika nr 10.

Ponadto zaprojektowano wykorzystanie wejścia sterującego nr1 do zdalnego lub automatycznego wyłączenia lasera w przypadku wykrycia alarmu uszkodzeniowego związanego z uszkodzeniem (zerwaniem) sensora liniowego.

#### Instalacja linii dozoru:

Wymagania dla liniowego sensora temperatury:

- maksymalna ilość stref w linii dozoru - 127,
- maksymalny spadek wzmocnienia optycznego w stanie dozoru - 0,5 dB/km przy długości fali świetlnej 1310 nm,
- rodzaj przewodnika - 2 włókna szklane 50/125 mm,
- minimalna wytrzymałość mechaniczna kabla na zerwanie – 200 N,
- minimalny promień gięcia - 60 mm,
- temperatura pracy sensora od -30°C do +90°C,
- żywotność sensora - 30 lat,

Sensor ma postać kabla o średnicy 8 mm. Podłączenie sensora do kontrolera jest możliwe za pośrednictwem złącza światłowodowego FC/APC 8°. Drugi koniec kabla światłowodowego zakończono terminatorem.

Z uwagi na szerokość tunelu kabel ułożono w dwóch liniach w każdej nitce tunelu, przy zachowaniu maksymalnej odległości między nimi wynoszącej 7 m. Aby zabezpieczyć rejon przystanków autobusowych, kabel w tej strefie ułożono „meandrami” w odstępach 7 m. Na całej swojej długości kabel ułożono na betonie na odstępowych uchwytych kablów instalowanych co 75 cm z tym, że nad jezdniami jego trasa przebiega w bruzdzie szerokości 15 cm i głębokości 5 cm. Zabieg ten powinien w znacznym stopniu zabezpieczyć kabel przed uszkodzeniem mechanicznym i zerwaniem przez przejeżdżające pojazdy, które nie zachowały obowiązującej skrajni drogowej.

### **8. Instalacja detektorów tlenu węgla**

Zainstalowano autonomiczne dwuprogowe detektory stężenia tlenu węgla. Detektory rozmieszczone są wzdłuż tunelu na ścianach na chodniku technicznym pod zespołami wentylacyjnymi, na wysokości ok. 1,7 m od poziomu chodnika. Odległość między detektorami uwarunkowana jest odległością zespołów wentylatorów i wynosi ok. 50 m. Przepływy powietrza pod samymi wentylatorami są najmniejsze i najmniej zaburzone, co ma zasadniczy wpływ na zdolności detekcyjne czujników CO. System składa się z mikroprocesorowych czujników tlenu węgla wykalibrowanych na przekroczenie dwóch progów stężenia CO w powietrzu wypełniającym tunel. Pierwszy próg o wartości 30 mg/m<sup>3</sup> jest określany jako najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) przy którym może przebywać i pracować człowiek przez okres 8 godzin. Drugi próg o wartości 180 mg/m<sup>3</sup> jest określany jako najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe (NDSCh) przy którym czas przebywania człowieka bez ujemnych dla jego zdrowia konsekwencji nie może przekraczać 30 minut. Czujniki na przystankach autobusowych rozmieszczone zostały na ścianach tunelu na wysokości ok. 1,8 m w pobliżu wentylatorów przewietrzających peron. Zadaniem czujników będzie załączenie wentylatorów w przypadku przekroczenia progu NDSCh tlenu węgla w powietrzu i podtrzymanie ich pracy przez czas, w jakim stężenie CO spadnie poniżej progu NDS.

W przypadku przekroczenia drugiego progu alarmowego przez którykolwiek z czujników zainstalowanych w rejonie przystanków zostaną równocześnie załączone do pracy wszystkie wentylatory z rejonu przystanków.

### **9. Dźwigi dla niepełnosprawnych**

Zamontowane w tunelu cztery pionowe dźwigi hydrauliczne VIMEC E06 są przeznaczone dla osób niepełnosprawnych z ewentualną osobą towarzyszącą, zlokalizowane są w narożach hali przystankowej w żelbetowych szybach windowych.

Dźwig składa się z:

- ruchomej platformy z trzema ścianami, sufitem i kasetą dyspozycji;
- prowadnicy mocowanej do bocznej ściany szybu, mocowań siłownika;
- układu elektrycznego i agregatu hydraulicznego umieszczonego w stalowej szafie obok szybu w pomieszczeniu technicznym pod schodami;
- systemów zabezpieczających.

W każdym szybie zamontowano dwie pary drzwi kondygnacyjnych blokowanych przez rygiel zabezpieczający.

Podstawowe dane techniczne pionowego dźwigu VIMEC E06:

- zasilanie: jednofazowe 220V, 50Hz;
- napęd: siłownik hydrauliczny i dwie liny;
- udźwig: 300 kg;
- wysokość podnoszenia: 7,0 m;
- przystanki: 2;
- prędkość jazdy: 0,1 m/s

Szafy sterowania wind zostały wyposażone w listwy z oznaczeniami SNT, do których doprowadzono sygnały monitorowania dźwigu.

### **10. Drzwi ewakuacyjne**

6 kpl drzwi ewakuacyjnych przeciwpożarowych EI90/EI20 zlokalizowanych w środkowej ścianie tunelu oddzielającej nawę wschodnią od zachodnią:

- drzwi dwuskrzydłowe o wym. ok. 2200 x 2550 mm;



- każde skrzydło otwierane w odwrotnym kierunku;
- ponad drzwiami naświetle pełne o odporności ogniowej EI120;
- drzwi wyposażone w okucia paniczne (zamki i dźwignie) oraz samozamykacze;
- ślusarka pomalowana na kolor RAL 7031 (*blaugrau*);
- grubość powłoki malarskiej zgodna z normą PN-EN ISO 12944 przy założeniu trwałości co najmniej 15-letniej w środowisku C4.

## 11. Informacja wizualna oraz oznakowanie ewakuacyjne

### Oznakowanie ewakuacyjne

Przyjęto zasadę umieszczenia opraw oświetleniowych ewakuacyjnych w strefie przystankowej oraz na przeciwległych ścianach do drzwi ewakuacyjnych tak, aby osoby przechodzące do drugiego tunelu widziały kierunek ewakuacji do wyjścia z tunelu.

Znak "kierunek do wyjścia drogi ewakuacyjnej" umieszczono naprzeciwko drzwi ewakuacyjnych oraz na ścianach wzdłuż całego tunelu po obu jego stronach na wysokości 220 cm w odstępie co ok. 30 m. Nad drzwiami umieszczono prostopadłe do ściany znak "kierunek do wyjścia drogi ewakuacyjnej".

Znak "kierunek do wyjścia drogi ewakuacyjnej schodami w górę" umieszczony został na ścianie przylegającej do tego biegu schodów, na który prowadzi droga ewakuacyjna – na wysokości 2,2 m. Na poszczególnych skrzydłach drzwi przeciwpożarowych z obu stron umieszczono znaki "pchać aby otworzyć" i "ciągnąć aby otworzyć" wykonane na folii samoprzylepnej fotoluminescencyjnej. Znak "wyjście ewakuacyjne" umieszczony jest w strefie przystanków przy schodach prowadzących na zewnątrz tunelu. Ponadto nad drzwiami przeciwpożarowymi obok znaku "wyjście ewakuacyjne" umieszczony jest ten sam znak w języku angielskim tj. "emergency exit" – wykonanie z folii samoprzylepnej fotoluminescencyjnej. Dodatkowo skrzydło ewakuacyjne malowane jest farbą fotoluminescencyjną pasem o szerokości 5 cm. Ponadto oznakowano wnękę drzwiową pasem wykonanym z płyty pcv, na którą naklejono taśmę fotoluminescencyjną o szerokości 10cm. Prostopadłe do wnęki drzwiowej umieszczono na długości 10m pasy z płyty pcv, na które naklejono taśmę fotoluminescencyjną o szerokości 20cm ze znakami "kierunek do wyjścia drogi ewakuacyjnej".

Znaki ewakuacyjne naniesione są w formie piktogramów na oprawach oświetleniowych oświetlenia ewakuacyjnego firmy Prazisa seria KUBUS typ N 90665 łącznie 70 szt.

### Oznakowanie ochrony ppoż. i informacyjne

Znaki ochrony ppoż. są zgodne z PN-92/N-01256/01 i PN-97/N-01256/04:

- hydrant zewnętrzny – wymiary 500x500 mm;
- gaśnica (w pomieszczeniach technicznych) – 200x200 mm;
- przeciwpożarowy wyłącznik prądu (przy RNN) – 200x300 mm;

Znaki ochrony przeciwpożarowej wykonane na płycie fotoluminescencyjnej. Znaki "hydrant" wykonane są z blachy aluminiowej gr.2mm, grafika na folii odbłaskowej samoprzylepnej 3M. Znaki zamocowano do ściany na wysokości 1,5 m.

### Oznakowanie informacyjne

Wykonano oznakowanie informacyjne dla następujących pomieszczeń i urządzeń:

- dźwig osobowy (znak zbiorczy) – wym. 400x900 mm, montaż nad drzwiami windy na zewnątrz tunelu na poziomie terenu oraz wewnątrz tunelu w strefie przystanków;
- winda – kierunek w lewo lub w prawo – wym. 200x400 mm, montaż wewnątrz tunelu na ścianie na wysokości min.1,5 - 2,0 m;
- pomieszczenia techniczne – wym. 200x600 mm, montaż nad drzwiami tych pomieszczeń wewnątrz tunelu;
- sensory CO – wym. 200x200 mm, montaż na wysokości zamontowanego czujnika tlenu węgla w tunelu;
- tablica informacyjna zbiorcza – wym. 800x2000 mm, montaż na zewnątrz nad zejściem do tunelu oraz wewnątrz tunelu centralnie na ścianie pod kanałami wentylacyjnymi w strefie przystanków autobusowych na wysokości min. 1,5 m.

Oznakowanie wykonane z blachy aluminiowej o grubości 2 mm.

Grafika na odbłaskowej folii samoprzylepnej 3M.

## 12. Nagłośnienie ewakuacyjne

System automatycznego nagłośnienia ewakuacyjnego dla pasażerów komunikacji miejskiej w rejonie przystanków.

System APS-APROSYS PL przeznaczony jest do automatycznego informowania pasażerów w strefie przystankowej o wystąpieniu zagrożenia pożarowego i ewakuowania ich bez paniki w bezpieczne miejsce poza obręb tunelu. Dodatkowo system wyposażony jest w tzw. "mikrofon strażaka" który umożliwia przekazywanie z nad tunelu informacji głosowych dot. innych możliwości ewakuacji. Systemysterowany jest z centrali ppoż. i znajduje się w pomieszczeniu technicznym nr 4 Pz w strefie przystankowej.

## 13. Sygnalizacja włamań

System oparty na centrali alarmowej PC5020 służy do wykrywania włamań do pomieszczeń technicznych w strefie przystankowej 1PZ, 4PZ, 1PW i 4PW (bez informacji o otwarciu drzwi ewakuacyjnych w ścianie dzielącej tunel na dwie części). Po wykryciu włamania sygnał jest przekazany do firmy monitorującej FALCK. System zlokalizowany jest w pomieszczeniu technicznym 4Pz w strefie przystankowej.

## 14. Odladzanie wjazdów/wyjazdów do/z tunelu

System spryskiwania nawierzchni wjazdów i wyjazdów do/z tunelu w celu zapobiegania oblodzeniu składa się z 2 stacji TMS rozmieszczonych po 1 kpl przy wjeździe i wyjeździe do/z tunelu. W skład każdej stacji TMS wchodzi:

- 1 stacja pomp, ze zbiornikiem na środek odladzający i jednostką sterującą TMS, zlokalizowana w zamkniętym pomieszczeniu żelbetowym;
- 22 szt. tarcz rozpylających umieszczonych w nawierzchni jezdni wjazdów i wyjazdów do/z tunelu w linii rozdzielającej pierwszy i drugi pas jezdni oraz jednostek zaworowych do uruchamiania tarcz rozpylających umieszczonych w studzienkach w chodniku technicznym;
- 1 sonda drogowa BOSO II umieszczona w nawierzchni wschodniej jezdni tunelu;
- 1 czujnik opadów NI oraz 1 czujnik temperatury i wilgotności umieszczone na maszcie usytuowane po wschodniej stronie tunelu;

- 1 stacja AMS zamontowana w wodoszczelnej skrzynce na maszcie wraz z czujnikami opadów i temperatury. Do stacji AMS podłączona jest sonda BOSO II i czujniki opadów i temperatury tworząc stację pomiarową połączoną z jednostką sterującą TMS.

Dane z obu podsystemów są gromadzone i zarządzane przez jedną stację centralną wyposażoną w 2 komputery PC z WINDOWS 2000 NT i program użytkowy BORRMA w polskiej wersji językowej, która znajduje się w siedzibie Użytkownika systemu. Informacje ze stacji AMS przekazywane są do jednostki centralnej kablem telefonicznym poprzez stałe łącze telefoniczne z głowicy TP SA zamontowanej w pomieszczeniu 4Pz. Z powyższym systemem związana jest budowa kabla telefonicznego XZTKMXpw3x2x0,6 od stacji monitorowania (AMS) do pomieszczenia technicznego 4Pz.

## **15. Jezdnie w tunelu**

### Wjazd i wyjazd

Długość wykonanych odcinków:

- ok. 145m wjazd do tunelu wschodniego;
- ok. 155m wyjazd z tunelu wschodniego;
- ok. 150m wjazd do tunelu zachodniego;
- ok. 140m wyjazd z tunelu zachodniego.

Szerokość jezdni na wjeździe do tunelu wschodniego - 9m, na pozostałych wjazdach / wyjazdach - 10,5m.

Konstrukcja odcinków jezdni:

- warstwa ścieralna - 5cm
- warstwa wiążąca - 8cm
- podbudowa mineralno-bitumiczna - 13cm
- podbudowa z mieszanki optymalnej - 25cm
- warstwa odsączająca z geowłókniną - 29cm.

Wzdłuż jezdni ustawiono na ławach z betonu B15 z oporem krawężniki:

- kamienne przy ściekach,
- na pozostałych odcinkach - betonowe.

Ścieki wykonano z kostki betonowej Holland.

### Nawierzchnie w tunelu

Długość wykonanych odcinków:

- tunel wschodni - 892,5m
- tunel zachodni - 931m
- Szerokość jezdni - 10,5m.

Konstrukcja nawierzchni w tunelu:

- warstwa ścieralna - 5cm
- warstwa wiążąca - 7,5cm.

Na połączeniu płyty dennej i przejściowej wykonano dylatację typu mostowego Thormajoint o szerokości 30cm.

## **16. Oznakowanie oraz urządzenia bezpieczeństwa ruchu**

- oznakowanie poziome taśmami odblaskowymi typu Stamark klejonymi na gorąco;
- oznakowanie pionowe z folii odblaskowej 2. generacji na podkładzie aluminiowym;
- urządzenia bezpieczeństwa ruchu: wygradzenia ramowe cynkowane ogniowo, bariery energochłonne oraz punktowe elementy odblaskowe 3M (tzw. "kocie oczka");
- elementy odblaskowe na barierach energochłonnych SP-06
- linia krawędziowa P7A i elementy odblaskowe przy zatokach autobusowych
- wygradzenia zaporami drogowymi typu New Jersey elementów wg projektu organizacji ruchu
- słupki przystankowe ze znakiem D-15 na obu przystankach w tunelu.

## **17. Drogi dojazdu pożarowego**

Do obiektu zapewnione zostały drogi pożarowe z kierunków:

- od strony południowej Wisłostrada oraz ul. Ludna.
- od strony północnej Wisłostrada oraz ul. Nowy Zjazd z mostu Śląsko –Dąbrowskiego.
- od strony zachodniej do centralnej części obiektu w rejonie wyjść klatek schodowych dojazd od ul. Tamka.
- od strony wschodniej do centralnej części obiektu w rejonie wyjść klatek schodowych dojazd od mostu Świętokrzyskiego.

W przypadku wystąpienia zadymienia tunelu instalacja sygnalizacyjno-alarmowa powoduje zablokowanie ruchu w obu nitkach tunelu przy pomocy sygnalizatorów świetlnych usytuowanych przed wjazdem do tuneli.

Sygnalizatory świetlne przystosowane są do sterowania ręcznego przez operatora.

## **18. System łączności radiowej dla Straży Pożarnej i Policji**

Na zewnątrz tunelu na maszcie antenowym zostały zamocowane cztery kierunkowe anteny panelowe firmy Lambda:: dwie typu PAN390-PV9G90 ( dawniej K 73 30 37 - system TETRA) i dwie typu PAN460-PV9G90 ( dawniej K 73 30 27 -system EDACS), zasilane parami przez sumatory-podzielniki sygnału oraz antena kierunkowa BY2-8GL oraz dwie anteny dookólne BC2-45G. Sygnały od anten, osobnymi kablami o długości ok. 30 m i 47m, doprowadzone są do wzmacniaczy dwukierunkowych w pomieszczeniu 4Pz. W celu minimalizacji liczby kabli wewnątrz tunelu sygnały ze wszystkich wzmacniaczy dwukierunkowych będą sumować się za pomocą dwóch kombajnów czteropasmowych 80-166906 firmy AFL (dla sygnałów Tx i Rx), a następnie trzema kablami o długości ok. 60 m doprowadzone do ściany oddzielającej tunel wschodni i zachodni. Jeden pełni rolę rezerwowego. Za pomocą dwóch podzielników sygnału (splitter'ów) SP-850-2 sygnały Tx i Rx są rozdzielane na tunel wschodni i zachodni, a następnie przez cztery podzielniki sygnału SP-850-2 doprowadzone do niezależnych kabli promieniujących: „nadawczych” (Tx) i „odbiorczych” (Rx), które poprowadzono równolegle (w odległości ok. 70m od siebie i ok. 10 cm od ściany) na całej długości tuneli i zakończono obciążeniami dopasowanymi. System jest wyposażony w moduł zdalnego nadzoru.

Urządzenia zamontowane w Tunelu:

1. 148.7000 VHF Simplex BDA,
2. 148.9625 VHF Simplex BDA,
3. 149.1625 VHF Simplex BDA,
  
4. DCS2502
5. D-CSR-3604
6. D-CSR-3604
  
7. Warsaw Tunnel ANT Combiner,
8. Warsaw Tunnel DL Combiner,
9. Warsaw Tunnel DL Combiner,

### System sterowania ruchem drogowym w tunelu

System sterowania ruchem drogowym oparty jest o zbieranie danych o ruchu za pośrednictwem pętli indukcyjnych zainstalowanych w tunelu a następnie, po przetworzeniu danych z pętli przez zlokalizowaną w pomieszczeniu technicznym 4PZ jednostkę centralną - sterownik SIMATIC S7-400, sygnały sterujące przesyłane są do urządzeń peryferyjnych zlokalizowanych przed tunelami wschodnim i zachodnim tj. do sygnalizacji świetlnych oraz znaków i tablic zmiennej treści.

System sterowania ruchem drogowym składa się z następujących części:

- układ urządzeń sterowniczych bazujących na sterownikach PLC serii SIMATIC:
  - SIMATIC S7-400 - szt. 1
  - SIMATIC S7-300 - szt. 2
  - SIMATIC S7-200 - szt. 19
- modułów wykonawczych ET-200 - szt. 2
- magistrali transmisji danych ProfiBUS DP
- urządzeń peryferyjnych (pętli indukcyjnych, sygnalizacji świetlnych, znaków i tablic zmiennej treści)

Do przesyłania sygnałów sterujących do urządzeń peryferyjnych wykorzystywana jest:

- światłowodowa magistrala ProfiBUS

### Pętli indukcyjne

Łącznie zainstalowano 48 pętli indukcyjnych, po 24 pętli w tunelach wschodnim i zachodnim.

W każdej nawie rozmieszczono:

- dla tunelu wschodniego:

- w odległości ok. 100m przed wjazdem do tunelu podwójne pętli o wym. 2,5x2,5 m na każdym pasie ruchu (łącznie 6 pętli), ilość zwoi w pętli – 4;
- ok. 50 m za portalem wjazdowym do tunelu pętli o wym. 1,5x5 m na każdym pasie ruchu (łącznie 3 pętli), ilość zwoi w pętli – 3;

Pętli połączone są ze sterownikiem SIMATIC S7 zlokalizowanym na zewnątrz tunelu wschodniego za pomocą feedera 2x6x2x0,8. Na odcinkach wewnątrz tunelu kable są w osłonie bezhalogenowej.

- ok. 35 m przed strefą przystankową pętli o wym. 1,5x5m na każdym pasie ruchu (łącznie 3 pętli), ilość zwoi w pętli – 3;
- ok. 50 m za strefą przystankową pętli o wym. 1,5x5m na każdym pasie ruchu (łącznie 3 pętli), ilość zwoi w pętli – 3;

Pętli połączone są ze sterownikiem S7-400 w pomieszczeniu 4PZ za pomocą feederów 6x2x0,8 w osłonie bezhalogenowej.

- ok. 135 m od portalu wjazdowego pętli o wym. 1,5x5m na każdym pasie ruchu (łącznie 3 pętli), ilość zwoi w pętli – 3;
- ok. 8 m przed portalem wjazdowym podwójne pętli o wym. 2,5x2,5 m na każdym pasie ruchu (łącznie 6 pętli), ilość zwoi w pętli – 4;

Pętli połączone są ze sterownikiem SIMATIC S7 zlokalizowanym przy wyjeździe z tunelu wschodniego.

- dla tunelu zachodniego:

- ok. 100m przed wjazdem do tunelu podwójne pętli o wym. 2,5x2,5 m na każdym pasie ruchu (łącznie 6 pętli), ilość zwoi w pętli – 4;
- ok. 50 m za portalem wjazdowym do tunelu pętli o wym. 1,5x5 m na każdym pasie ruchu (łącznie 3 pętli), ilość zwoi w pętli – 3;

Pętli połączone są ze sterownikiem SIMATIC S7 zlokalizowanym na zewnątrz tunelu zachodniego za pomocą feedera 2x6x2x0,8. Na odcinkach wewnątrz tunelu kable są w osłonie bezhalogenowej.

- ok. 35 m przed strefą przystankową pętli o wym. 1,5x5m na każdym pasie ruchu (łącznie 3 pętli), ilość zwoi w pętli – 3;
- ok. 50 m za strefą przystankową pętli o wym. 1,5x5m na każdym pasie ruchu (łącznie 3 pętli), ilość zwoi w pętli – 3;

Pętli połączone są ze sterownikiem S7-400 w pomieszczeniu 4PZ za pomocą federów 6x2x0,8 w osłonie bezhalogenowej.

- ok. 135 m od portalu wjazdowego pętli o wym. 1,5x5m na każdym pasie ruchu (łącznie 3 pętli), ilość zwoi w pętli – 3;
- ok. 8 m przed portalem wjazdowym podwójne pętli o wym. 2,5x2,5 m na każdym pasie ruchu (łącznie 6 pętli), ilość zwoi w pętli – 4;

Pętli połączone są ze sterownikiem SIMATIC S7 zlokalizowanym przy wyjeździe z tunelu zachodniego.

### Sygnalizacja świetlna

1. Sygnalizacja świetlna – strona północna przed wjazdem do tunelu zachodniego zlokalizowana została przed skrzyżowaniem z ulicą Karową.

Na sygnalizację składa się:

- sterownik C840 V - szt. 1
- program akomodacyjny - szt. 1
- brama sygnalizacyjna - szt. 1
- maszt sygnalizacyjny - szt. 1
- mocowanie wysięgnikowe na portalu - szt. 1
- latarnie sygnalizacyjne LSK fi 300x3 LED - szt. 6
- latarnie sygnalizacyjne LSK fi 200x1 LED - szt. 1
- latarnie sygnalizacyjne LSK fi 200x3 żarowe - szt. 2
- latarnie sygnalizacyjne LSK fi 200x1 żarowe - szt. 1
- latarnie sygnalizacyjne LSP fi 200x2 pieszce - szt. 2

- ekrany kontrastowe - szt. 3

2. Sygnalizacja świetlna – strona południowa przed wjazdem do tunelu wschodniego zlokalizowana:

- pomiędzy ul. Ludną a Mostem Poniatowskiego
- pomiędzy Mostem Poniatowskiego a wjazdem do tunelu.

Na sygnalizację składa się:

- sterownik C940ES - szt. 1
- program akomodacyjny - szt. 1
- brama sygnalizacyjna - szt. 1
- maszt z wysięgnikami - szt. 2
- latarnie sygnalizacyjne LSK fi 300x3 Lumi/LED Futura - szt. 5
- latarnie sygnalizacyjne LSK fi 300 blenda - szt. 2
- ekrany kontrastowe - szt. 7

Światłowodowa magistrala transmisji danych

Celem światłowodowej magistrali transmisji danych jest zagwarantowanie trwałego połączenia pomiędzy sterownikiem centralnym zlokalizowanym w pomieszczeniu technicznym 4PZ z urządzeniami peryferyjnymi do sterowania ruchem drogowym w tunelu tj. z sygnalizacjami świetlnymi zlokalizowanymi przed wjazdami do tuneli oraz ze znakami zmiennej treści zabudowanymi na bramach drogowskazowych zlokalizowanych:

- dla tunelu wschodniego pomiędzy ul. Ludną a Mostem Poniatowskiego
- dla tunelu zachodniego w okolicy ul. Bednarskiej.

Światłowodowa magistrala transmisji danych o długości 3.352 m wykonana została postaci redundowanego ringu światłowodowego z wykorzystaniem kabla światłowodowego w powłoce niepalnej z włóknami wielodomowymi o profilu gradientowym 62.5/125 µm typ: ZW-NXOTKtdD12G\62.5 oraz ZW-NXOTKtdD 24G\62.5.

Światłowód prowadzono w rurociągu kablowym z rur RHDPE fi 40.

W celu wciągania kabli zainstalowano 6 studni kablowych.

Światłowód został połączony z urządzeniami sterowniczymi:

- centralnym zlokalizowanym w pomieszczeniu technicznym 4PZ
- peryferyjnymi zlokalizowanymi na skrajach tunelu oraz w bezpośrednim sąsiedztwie znaków zmiennej treści

za pomocą sprzęgów optycznych ProfiBUS OLM.

Znaki i tablice zmiennej treści

Znaki i tablice zmiennej treści mają za zadanie wyświetlanie informacji tekstowej w zależności od sytuacji w tunelu rejestrowanej przez układ pętli indukcyjnych.

Znaki i tablice zmiennej treści zlokalizowane zostały na bramach drogowskazowych usytuowanych:

- od strony północnej w okolicy ul. Bednarskiej
- od strony południowej pomiędzy ul. Ludną a Mostem Poniatowskiego.

Znaki zmiennej treści są znakami wykonanymi w technice LED RGB.

Szczegółowy Wykaz TABLIC Zmiennej Treści:

Lp.	Nazwa znaku zmiennej treści			Lokalizacja	Nr seryjny STM	Nr seryjny znaku zmiennej treści
1	UOPG6 C13 1.0	VMS1		Wisłostrada (Wybrzeże Kościuszkowskie/Nowy Zjazd) K. Południowy Wschód	STM-2-16/060 v1.0	6C13v1.0/16/001
2	UOPG4C4 3.0	VMS2		Wisłostrada (Wioślarska/Ludna) Północny Zachód	STM-2-16/061 v1.0	4C4v3.0/16/001
3	UOPG6 C12 1.0					6C12v1.0/16/001

Tabela Parametry techniczne Tablicy zmiennej treści UOPG6 C131.0 nr 6C13v1.0116/001

PARAMETRY TECHNICZNE	
Wymiary zewn trzne	10 060 mm (szerokosc) x 1524 mm (wysokosc)
Wymiary matrycy swietlnej	9760 x 1280 mm (488 x 64 pikseli, raster: 20 mm)
Kolor swiecenia diod (chromatycznosc)	petna gama kolor6w (RGB); klasa C2 wedlug normy PN-EN 12966
Jasnosc swiecenia (luminacja)	klasa L3, L3(*) wedlug normy PN-EN 12966 uasnosc regulowana automatycznie w zalei:nosci od oswietlenia zewn trznego)
Wsp61czynnik luminacji	klasa R3 wedlug normy PN-EN 12966
Kt rozsyłu swiatla	klasa 86 wedlug normy PN-EN 12966
Warunki srodowiska pracy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• temperatura: klasa T1 i T3 (-40 °C + +60 °C) wedlug normy PN-EN 12966</li> <li>• zanieczyszczenie: klasa 04 wedlug normy PN-EN 12966</li> <li>• ochrona: klasa P3 wedlug normy PN-EN 12966</li> </ul> klasa szczelnosci IP56
Sterowanie	Ethernet
Zasilanie	230 V AC / 50 Hz
Maksymalny pob6r mocy	1500W
Masa	1030 kg
Materiałbudowy	aluminium + plyta kompozytowa (aluminium, polietylen), poliw glan

Tabela Parametry techniczne Tablicy zmiennej tresci UOPG4 C4 3.0 nr 4C4v3.01161001

PARAMETRY TECHNICZNE	
Wymiary zewn trzne	1366 mm (szerokosc) x 1526 mm (wysokosc)
Wymiary matrycy swietlnej	1120 x 1280 mm (56 x 64 pikseli, raster: 20 mm)
Kolor swiecenia diod (chromatycznosc)	p na gama kolor6w (RGB); klasa C2 wedug normy PN-EN 12966
Jasnosc swiecenia (luminacja)	klasa L3, L3(*) wedug normy PN-EN 12966 uasnosc regulowana automatycznie w zaleznosci od oswietlenia zewn trznego)
Wsp61czynnik luminacji	klasa R3 wedug normy PN-EN 12966
Kt rozsyłu swiatła	klasa 86 wedug normy PN-EN 12966
Warunki srodowiska pracy	<ul style="list-style-type: none"> <li>temperatura: klasa T1 i T3 (-40 °C + +60 °C) wedug normy PN-EN 12966</li> <li>zanieczyszczenie: klasa 04 wedug normy PN-EN 12966</li> <li>ochrona: klasa P3 wedug normy PN-EN 12966</li> </ul> klasa szczelnosci IP56
Sterowanie	Ethernet
Zasilanie	230 V AC / 50 Hz
Maksymalny pob6r mocy	180W
Masa	80 kg
Materiał budowy	aluminium + plyta kompozytowa (aluminium, polietylen), poliwę;lglan

Tabela Parametry techniczne Tablicy zmiennej treści UOPG6 C12 1.0 nr 6C12v1.0/161001

PARAMETRY TECHNICZNE	
Wymiary zewn trzne	5740 mm (szerokosć) x 1524 mm (wysokość)
Wymiary matrycy świetlnej	5440 x 1280 mm (272 x 64 pikseli, raster: 20 mm)
Kolor świecenia diod (chromatyczność)	pełna gama kolorów (RGB); klasa C2 według normy PN-EN 12966
Jasność świecenia (luminacja)	klasa L3, L3(*) według normy PN-EN 12966 jasność regulowana automatycznie w zależności od oświetlenia zewn trznego
Współczynnik luminacji	klasa R3 według normy PN-EN 12966
Kąt rozsytu światła	klasa 86 według normy PN-EN 12966
Warunki środowiska pracy	<ul style="list-style-type: none"> <li>temperatura: klasa T1 i T3 (-40 °C + +60 °C) według normy PN-EN 12966</li> <li>zanieczyszczenie: klasa 04 według normy PN-EN 12966</li> <li>ochrona: klasa P3 według normy PN-EN 12966</li> </ul> klasa szczelności IP56
Sterowanie	Ethernet
Zasilanie	230 V AC / 50 Hz
Maksymalny pobór mocy	850W
Masa	550 kg
Materiał budowy	aluminium + płyta kompozytowa (aluminium, polietylen), poliwęglan

## 20. System monitoringu i wideodetekcji

System monitoringu i wideodetekcji pracuje w oparciu o wymienione oprogramowanie:

- Flux
- SNR Live Viewer
- SNR Playback Viewer
- Siemens WinCC (dostosowanie)

W szkie RACK 19" 42U znajduje się 11 kaset montażowych (RACK) VIP 19" oraz 74 karty procesora obrazu VIP-T.

Karta procesora obrazu VIP-T

Wymiary (W*S*G)	190 mm * 130 mm * 41 mm
Waga	180g
Komunikacja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Komunikacja poprzez Ethernet</li> <li>Komunikacja szeregową RS-485 z rozszerzeniem VIP-T I/O</li> </ul>
Wejścia	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 wejście cyfrowe</li> <li>Przycisk Reset</li> <li>Analogowe wejście wideo (PAL lub NTSC, 75 Ω 1 Vpp)</li> </ul>
Wyjścia	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 wyjścia cyfrowe; max 48 V AC/DC, 50mA, Pmax=300mW</li> <li>Diody LED</li> </ul>
Zasilanie	12-26 V DC (170 mA dla 24 V)
Otoczenie	Praca w temperaturze od -34 °C do +74 °C

Kaseta montażowa (RACK) 19" dla VIP-T

Wymiary	Standardowy Euro RACK dla 8 kart VIP-T (W*S*G): 132 mm * 485 mm * 242 mm
Waga	2,850 kg
Złącza na płycie	<ul style="list-style-type: none"> <li>8 analogowych wejść wideo (PAL or NTSC, 75 Ω 1 Vpp)</li> <li>8 złączy Ethernet LAN RJ45</li> <li>Złącze RJ10 do rozszerzenia VIP-T IO</li> <li>8 analogowych wyjść wideo</li> <li>Złącze zasilania</li> <li>Złącze dla zewnętrznego źródła zasilania</li> <li>8 wejść cyfrowych (po 1 na kartę VIP-T)</li> <li>16 wyjść cyfrowych (po 2 na kartę VIP-T); max 48 V AC/DC, 50 mA, Pmax=300 mW</li> </ul>
Zasilanie	100-132 / 200-264 V AC; max 80 VA, 50 W
Otoczenie	Praca w temperaturze od -34 °C do +74 °C

Zamontowano również kasetę montażową (RACK) SIQURA MC11 19" oraz 2 karty SIQURA S64 E i 5 przełączników (switch) SCALANCE XR324-12M i 1 przełącznik (switch) SCALANCE XB008G.

Wymiary (W*S*G)	128 mm * 34 mm * 190 mm
Waga	450g
Video	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kanały: 4x PAL/NTSC</li> <li>Kompresja: H.264 (ISO/ IEC 14496-10)</li> <li>Liczba strumieni wyjściowych: do 20</li> <li>Rozdzielczość próbkowania: D1, 2/3D1, 1/2D1, 2CIF, CIF, QCIF, VGA</li> <li>Liczba klatek na sekundę: od 1 do 30</li> <li>Parametry wideo: Kontrast, jasność, barwa, nasycenie</li> <li>Typ złącza: 75 Ω BNC</li> </ul>
Dane	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interfejs: RS-422/485</li> <li>Strumień: TCP/UDP/MX</li> <li>Transmisja danych: od 300b/s do 115,2kb/s</li> <li>Typ złącza: RJ-45</li> </ul>
Interfejs transmisji	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liczba interfejsów: 1</li> <li>Interfejs: 10/100Base-TX Fast Ethernet, autonegotiation, half-duplex/full-duplex, 10/100Mb selectable</li> <li>Protokoły: H.264 BP, (M)JPEG, RTP, RTSP, RTCP, DHCP, SNMPv3/v2, IGMPv2, NTP, HTTP, SAP, UPnP, DiffServ, TelNet, FTP, ONVIF</li> <li>Typ złącza: RJ-45</li> </ul>
Pobór mocy	7,5 W dla 12 Vdc
Otoczenie	Praca w temperaturze od -10 °C do +60 °C

Kaseta montażowa (RACK) SIQURA MC11 19"

Wymiary (W*S*G)	132 mm * 483 mm * 240 mm
Waga	4,5 kg
Zasilanie	24 Vdc, 83 W
Otoczenie	Praca w temperaturze od -40 °C do +65 °C



Switch SCALANCE XR324-12M

Wymiary (W*S*G)	44 mm * 483 mm * 305 mm
Waga	5,5 kg
Liczba slotów	12
Czas przełączania	<200 ms
Szybkość transmisji	10/100/1000 Mbit/s
Typ złącza	RJ11
Zasilanie	24Vdc (min. 19,2V; max 28,8V)
Temperatura pracy	od -40 °C do +70 °C

Switch SCALANCE XB008G

Wymiary (W*S*G)	100 mm * 45 mm * 87 mm
Waga	260g
Szybkość transmisji	10/100/1000 Mbit/s
Typ złącza	RJ45
Zasilanie	24Vdc (min. 19,2V; max 28,8V)
Temperatura pracy	od -10 °C do +60 °C

W Tunelu zamontowany jest system backup serwerów. Całość rozwiązania składa się z 3 fizycznych serwerów DELL i jednego komputera PC pełniącego rolę serwera WINCC (SIMATIC Panel). Do dwóch fizycznych serwerów CCTV (R510) i FLUX (R310) i serwer fizyczny (R420). Wszystkie 3 serwery zostały zwirtualizowane i w środowisku wirtualnym ich platforma sprzętowa pełni rolę hostów. Na każdym z nich jest uruchomiony serwer ESXi w oparciu o licencję VMware Essentials Kit. Na starych hostach ESXi (ESXi01 i ESXi02) pracują te same serwery CCTV i FLUX tylko jako maszyny wirtualne, natomiast na nowym hoście ESXi (ESXi03) pracuje serwer wirtualny zarządzający infrastrukturą wirtualną vCenter oraz serwer backupowy Backupserver na którym jest zainstalowane oprogramowanie Veeam Backup & Replication V8 do backupowania maszyn. Oba serwery vCenter oraz Backupserver pracują pod kontrolą OS MS Windows Server 2012.

Polityka backupowa została skonfigurowana w ten sposób, że backupy są uruchamiane co tydzień w piątek o godz. 22:00. W pierwszej kolejności uruchamiany jest backup serwera CCTV, a po jego wykonaniu jest uruchamiany backup serwera FLUX. System zachowuje 7 ostatnich punktów restorowych (backupów), z których można odtworzyć serwery CCTV i FLUX.