

**Dokumentacja powykonawcza  
Budowa Drogi Ekspresowej  
S-69 BIELSKO-BIAŁA – ŻYWIEC – ZWARDÓN. Odcinek C2:  
SZARE – LALIKI KM 40+475 – KM 43+155,74.  
T11.01.03 – Wentylatory i ich sterowanie  
- Projekt montażowy – dobór, zasilanie, instalacja kablowa oraz  
zasady sterowania wentylacją pożarową**

ZAMAWIAJĄCY:	GENERALNA DYREKCJA DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD
INWESTOR:	w Warszawie ul. Żelazna 59
NR UMOWY:	01/LAL/2008
STADIUM:	Dokumentacja powykonawcza NR 018/2008
OBIEKT:	DROGA EKSPRESOWEA S-69 BIELSKO BIAŁA - ŻYWIEC - ZWARDÓN
ADRES:	ODCINEK C2: SZARE - LALIKI KM 40+475 - KM 43+155,74
PROJEKTOWAŁ:	
SPRAWDZIŁ:	
ZATWIERDZIŁ:	
Listopad 2009	

### **III. OPIS TECHNICZNY**

#### **III.1. Podstawa opracowania**

Podstawą opracowania dokumentacji powykonawczej nr 018/2008/ pt.: „Dokumentacja powykonawcza nr 018/1008. Budowa Drogi Ekspresowej S-69 BIELSKO-BIAŁA – ŻYWIEC – ZWARDOŃ. Odcinek C2: SZARE – LALIKI KM 40+475 – KM 43+155,74. T11.01.03 – Wentylatory i ich sterowanie - Dokumentacja powykonawcza – dobór, zasilanie, instalacja kablowa oraz zasady sterowania wentylacją pożarową” jest umowa nr 01/LAL/2008 zawarta pomiędzy konsorcjum Bogi a Krysl k.s i Doprastav a.s.

#### **III.2. Zakres opracowania**

Dokumentacja powykonawcza nr 018/2008 pt.: „Dokumentacja powykonawcza nr 018/1008. Budowa Drogi Ekspresowej S-69 BIELSKO-BIAŁA – ŻYWIEC – ZWARDOŃ. Odcinek C2: SZARE – LALIKI KM 40+475 – KM 43+155,74. T11.01.03 – Wentylatory i ich sterowanie - Dokumentacja powykonawcza – dobór, zasilanie, instalacja kablowa oraz zasady sterowania wentylacją pożarową” obejmuje:

- zasilanie elektryczne wentylatorów,
- wyznaczenie tras kablowych.

#### **III.3. Założenia projektowe**

Dokumentacja powykonawcza 018/2008 pt.: „Dokumentacja powykonawcza nr 018/1008. Budowa Drogi Ekspresowej S-69 BIELSKO-BIAŁA – ŻYWIEC – ZWARDOŃ. Odcinek C2: SZARE – LALIKI KM 40+475 – KM 43+155,74. T11.01.03 – Wentylatory i ich sterowanie - Dokumentacja powykonawcza – dobór, zasilanie, instalacja kablowa oraz zasady sterowania wentylacją pożarową” wykonano w oparciu o:

**OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA**

Niniejszym oświadczamy, że projekt wykonawczy został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Opracowanie stanowi komplet dokumentacji pod względem celu, któremu ma służyć. W przypadku powstania wątpliwości, czy niejasności należy zwrócić się do autorów dokumentacji o dodatkowe informacje lub wyjaśnienia.

Katowice, dnia 01.10.2006

(podpis nieczytelny)

**A. CZĘŚĆ OPISOWA****1. Podstawa opracowania**

Umowa między: Generalną Dyрекcją Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Katowicach, 40-017 Katowice ul. Myśliwska 5, a firmą: „MOSTY Katowice” Sp. z o.o., 40-555 Katowice, ul. Rolna 12.

**2. Przedmiot umowy**

Przedmiotem umowy jest wykonanie projektu budowlanego i wykonawczego dla zadania: „Budowa drogi ekspresowej S-69 Bielsko-Biała - Żywiec - Zwardoń odcinek C2: Szare - Laliki km 40+475 - km 43+155,74”.

**3. Przedmiot i zakres opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy wyposażenia tunelu w zakresie branży sanitarnej - wentylacji.

**4. Stan istniejący**

Obecnie przez obszar projektowanego tunelu (zbocze Sobczakowej Grapy) nie przebiega żadna trasa komunikacyjna.

**5. Stan projektowany**

Opracowanie niniejsze zawiera następujące instalacje oraz ich elementy: dobór i konfigurację układów zasilania wentylatorów, dobór i konfigurację układów sterowania wentylatorów, instalację ochrony od porażeń prądem elektrycznym, lokalizację projektowanych rozdzielnic zasilających układy wentylacji w pomieszczeniach stacji transformatorowych.

- wentylatory strumieniowe,
- wykonanie instalacji pomiarowych CO,
- wykonanie instalacji pomiarowych widoczności,
- wykonanie urządzeń pomiarowych prędkości powietrza w kierunku wzdłużnym.

**5.1 Układ zasilania**

Dla zasilania w energię elektryczną całej infrastruktury technicznej związanej z tunelem i urządzeniami towarzyszącymi projektuje się dwie stacje transformatorowe oznaczone jako ST-1 zlokalizowaną w budynku technicznym południowym oraz ST-2 zlokalizowaną w budynku technicznym północnym, dokładną lokalizację przedstawiono na schemacie wyposażenia

tunelu. W pomieszczeniach w/w budynków zlokalizowano poszczególne rozdzielnice zasilające urządzenia wyposażenia technicznego tunelu.

W budynku technicznym ST-1 zlokalizowano rozdzielnicę 1RW dla zasilania wentylatorów strumieniowych zlokalizowanych w tunelu. Rozdzielnica ta zasilana będzie z sekcji nr 1 rozdzielnicy głównej niskiego napięcia oznaczonej RG-1 która zasilana jest z dwóch niezależnych ciągów zasilania (dwa transformatory 21/0.4 kV o mocy 400 kVA każdy). W celu zwiększenia pewności zasilania na dopływach do rozdzielnicy RG-1 zabudowano układ SZR. Dzięki takiemu rozwiązaniu rozdzielnica 1RW zasilana będzie z dwóch niezależnych ciągów.

Ponad to w budynku technicznym ST-2 zlokalizowano rozdzielnicę 2RW dla zasilania wentylatorów strumieniowych zlokalizowanych w tunelu. Rozdzielnica ta zasilana będzie z sekcji nr 2 rozdzielnicy głównej niskiego napięcia oznaczonej RG-2, która zasilana jest z dwóch niezależnych ciągów zasilania (dwa transformatory 21/0.4 kV o mocy 400 kVA każdy). W celu zwiększenia pewności zasilania na dopływach do rozdzielnicy RG-2 zabudowano układ SZR. Dzięki takiemu rozwiązaniu rozdzielnica 2RW zasilana będzie z dwóch niezależnych ciągów.

Schemat ideowy projektowanego układu zasilania przedstawiono na rysunku. W rozdzielnicach 1RW i 2RW projektuje się zainstalowanie aparatury zasilającej i sterowniczej dla zasilania jednostek wentylatorowych zlokalizowanych w tunelu drogowym. Zgodnie z projektem wentylacji przewiduje się zainstalowanie 10 wentylatorów strumieniowych w tunelu drogowym. Zgodnie z opinią rzeczoznawcy do spraw p.poż. wentylatory powinny zapewnić jednokrotną wymianę powietrza na godzinę natomiast w czasie pożaru dziesięciokrotną wymianę powietrza.

Mając na uwadze konieczność spełnienia tych wymogów szczególnie w czasie pożaru tj. gdy będzie dokonywany jednoczesny rozruch większej ilości wentylatorów zdecydowano się na wyposażenie obwodów zasilania w układy łagodnego rozruchu tzw. sofstarty. Proponuje się zastosować urządzenia na przykład f-my Vacon typu Vacon start 30VS-5A01. Zaletą proponowanych układów rozruchowych jest możliwość ograniczenia wielkości prądów rozruchowych do poziomu 2—3 krotnej wartości prądu znamionowego silnika. Fakt ten ma decydujące znaczenie szczególnie w czasie dokonywania równoczesnego rozruchu większej ilości wentylatorów. Ponadto układ elektroniczny sofstartu wyposażony jest w człony zabezpieczeń silnika oparty na prognozowaniu stałej nagrzewania i stygnięcia silnika. Taki sposób zabezpieczeń silnika jest bardzo skuteczny i w praktyce bardzo skutecznie chroni silnik przed uszkodzeniem. Zainstalowany moduł zabezpieczeń pozwala na ciągłe monitorowanie parametrów pracy napędu oraz sygnalizację Stanów awaryjnych przed awaryjnych.

Projektowany układ automatyki i sterowania tunelu będzie wszystkie te sygnały zbierać i przekazywać do centrum sterowania. Ze względu na specyficzne warunki pracy szczególnie w czasie prowadzenia akcji ratowniczej dopuszcza się możliwość nawrotnej pracy wentylatorów. Z tego też powodu zastosowany układ sofstartu ma możliwość hamowania silnika i uruchamiania w przeciwną stronę. O wyborze kierunku wirowania wentylatorów każdorazowo decydować będą osoby prowadzące akcję ratowniczą w zależności od potrzeb. W normalnych warunkach pracy ilość pracujących wentylatorów uzależniona będzie od stężeń tlenków węgla i poziomu przejrzystości powietrza w tunelu drogowym. Cały proces sterowany będzie automatycznie przez system sterowania tunelu. Każdorazowo dyspozytor obsługi tunelu będzie miał możliwość ingerencji i określenia ilości pracujących wentylatorów.

W stanach awaryjnych szczególnie w czasie pożaru sterowanie wentylatorami przejmie system sygnalizacji pożaru. Ten system będzie przekazywał sygnały do załączenia poszczególnych wentylatorów.

Wszystkie układy zasilania i sterowania pracą wentylatorów zabudowane zostaną w poszczególnych rozdzielnicach zlokalizowanych w budynkach technicznych ST-1 i ST-2. Z pomieszczeń gdzie zlokalizowane są rozdzielnice 1RW i 2RW 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 będą prowadzone przez przegrody pożarowe wykonane na pograniczu tych stref pożarowych.

Odcinki kabli prowadzone w kanalizacji kablowej (która stanowi osobną strefę pożarową) wykonane będą kablami tradycyjnymi typu YKOSek 4x16mm<sup>2</sup>-0,6/1kV lub YKOSek 4x25mm<sup>2</sup> — 0,6/1kV. Odcinki kabli do podłączenia wentylatorów prowadzone w strefie pożarowej tunelu wykonać kablami nie palnymi typu (N)HXCH FE180/E90 4x16mm<sup>2</sup>-0,6/1kV lub (N)HXCH 4x25mm<sup>2</sup> — 0,6/1kV. Połączenie kabli wykonać w studniach kablowych rozmieszczonych w chodniku wzdłuż ciągu kanalizacji kablowej (osobna strefa pożarowa) w miejscu przejścia kabla do innej strefy pożarowej wykonać odpowiednią przegrodę o odporności F120.

Szczegóły konstrukcyjne określone zostaną w opracowaniu branży inżynierskiej. Zgodnie z projektem wentylacji przewiduje się zainstalowanie 2 wentylatorów strumieniowych w tunelu ewakuacyjnym. Wentylatory te mają pracować w sposób ciągły tak, aby w tunelu ewakuacyjnym utrzymywane było stałe nadciśnienie. Ponieważ wentylatory te powinny niezawodnie pracować szczególnie w czasie pożaru zasilanie ich projektuje się wykonać z sekcji generatorowej rozdzielnic RG- 1 i RG-2. Ze względu na stosunkową małą moc jednostkową 6.5 kW przewiduje się dokonywanie rozruch bezpośredniego.

Układ zabezpieczeń każdego silnika należy wyposażyć w zabezpieczenia elektroniczne z możliwością zdalnego monitorowania stanu pracy silnika w sposób ciągły sygnałem prądowym 4-20mA. Sygnał ten poprzez układ sterowania pracą tunelu będzie przekazywany do centrum sterowania. Ze względu na specyficzny sposób pracy nie przewiduje się możliwości pracy nawrotnej tych wentylatorów. W normalnych warunkach pracy ilość pracujących wentylatorów w tunelu ewakuacyjnym uzależniona będzie od nadciśnienia powietrza. Cały proces sterowany będzie automatycznie przez system sterowania tunelu. Każdorazowo dyspozytor obsługi tunelu będzie miał możliwość ingerencji i określenia ilości pracujących wentylatorów.

W stanach awaryjnych szczególnie w czasie pożaru sterowanie wentylatorami przejmie system sygnalizacji pożaru. Ten system będzie przekazywał sygnały do załączenia tych wentylatorów. Z pomieszczeń rozdzielnic głównych RG-1 i RG-2 wyprowadzone zostaną kable zasilające do wentylatorów w tunelu ewakuacyjnym. Ze względu na prowadzenie tych kabli w korytach kablowych montowanych pod stropem tunelu ewakuacyjnego na całej długości wykonane będą kablami nie palnymi typu (N)HXCH FE180/E90 4x4mm<sup>2</sup>-0,6/1kV.

## 5.2 Instalacja pomiarowa

W obrębie 2 i 3 niszy sygnalizacyjnej zostały umieszczone układy pomiarowe:

- nisza druga - miernik do pomiaru stężenia CO oraz miernik przepływu powietrza w tunelu,
- nisza trzecia - miernik do pomiaru stężenia CO oraz miernik przejrzystości powietrza w tunelu.

Pomiar stężenia CO jest wykonywany metodą, in situ „ - pomiar wielkości bezpośrednio w miejscu poboru powietrza. Dlatego też zaproponowano scalone przyrządy posiadające indywidualne stanowisko poboru powietrza i przesyłające dane do systemu sterowania tunelem za pośrednictwem sterownika PLC znajdującego się w niszy awaryjnej. Pomiar przejrzystości powietrza jest wykonywany z wykorzystaniem metody pomiaru światła rozproszonego. Pomiar jest wykonywany w obrębie wnęki trzeciej. Sygnał jak z mierników CO przekazywany jest do systemu sterowania tunelem za pośrednictwem sterownika PLC znajdującego się w niszy awaryjnej.

Pomiar prędkości powietrza w kierunku wzdłużnym dokonywany jest w obrębie niszy drugiej i sygnał przekazywany jest do systemu sterowania tunelem za pośrednictwem sterownika PLC znajdującego się w niszy sygnalizacyjnej.

### 5.3 Układ sterowania

Przewiduje się 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, przewiduje się możliwość pracy wentylatorów ze zmianą kierunku wirowania w sytuacjach szczególnych w tunelu drogowym,
- automatyczny z systemu sterowania tunelu, w zależności od nadciśnienia powietrza w tunelu ewakuacyjnym.

W czasie pożaru sterowanie automatyczne realizowane przez centralkę sygnalizacji pożaru.

### 5.4 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym obejmuje:

- ochronę przed dotykiem bezpośrednim - izolowanie części czynnych,
- ochronę przed dotykiem pośrednim przez zastosowanie szybkiego wyłączenia zasilania.

W tunelu głównym i pomocniczym prowadzona będzie główna szyna połączeń wyrównawczych wykonana izolowanym kablem jednożyłowym typu YKY 1x240mm<sup>2</sup>. W tunelu głównym ta linia kablowa będzie prowadzona w niezależnej rurze kanalizacji kablowej prowadzonej pod poboczem jezdni.

Natomiast w tunelu pomocniczym szynę połączeń wyrównawczych należy prowadzić w korycie kablowym z pozostałymi instalacjami. Główna szyna połączeń wyrównawczych w sposób trwały połączona będzie z uziomem otokowym stacji transformatorowej ST-1 i ST-2. Do tej szyny należy w sposób trwały przyłączyć wszystkie urządzenia elektroenergetyczne zlokalizowane w tunelu jak oprawy oświetleniowe, ciągi koryt kablowych, wentylatory, różnego rodzaju sygnalizatory zamontowane pod stropem jak również wyposażenie zamontowane w niszach ewakuacyjnych. W tym celu w każdej studni kablowej zabudowanej na osobnych ciągach kanalizacji kablowej należy wyprowadzić lokalną szynę połączeń wyrównawczych. To tej szyny wykonać przyłączenie wszystkich urządzeń zlokalizowanych w pobliżu. Połączenia wykonać przy pomocy kabla jednożyłowego z żyłą miedzianą zakończoną końcówkami.

W przypadku przyłączania do szyny połączeń wyrównawczych urządzeń bezpieczeństwa tunelu połączenia te wykonać przy pomocy kabla o odporności ogniowej E90.

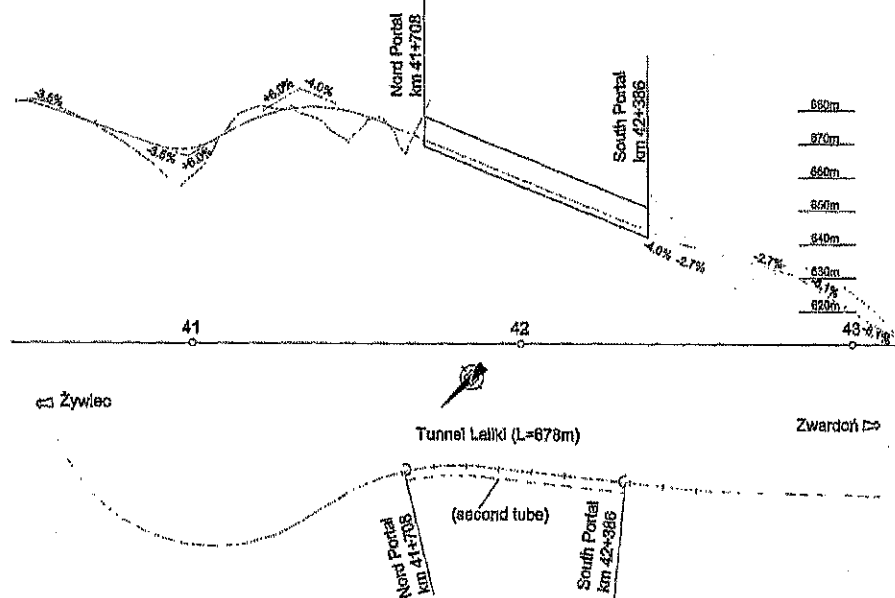
Łączyć z lokalną szyną połączeń wyrównawczych elementy konstrukcyjne, na których pojawienie się napięcia może spowodować porażenie i które zgodnie z przepisami podlegają ochronie przeciwporażeniowej.

Należy zwrócić uwagę na staranne wykonanie sieci połączeń wyrównawczych w celu niedopuszczenia do przerw w odwodzie ochronnym.

### 5.5 Dobór wentylatorów

Ogólne

Układ tunelu ukazuje poniższy rysunek.



Równoległe do tunelu zostanie zbudowana galeria. Tunel zostanie połączony z galerią przejściami. Ażeby, w przypadku pożaru w tunelu, do galerii nie przedostawał się dym, zaprojektowano utrzymywanie w galerii nadciśnienia dzięki zastosowaniu dmuchaw strumieniowych. Projekt niniejszy opiera się na wytycznych dotyczących wyposażenia i eksploatacji tuneli drogowych w Niemczech. Ponadto uwzględniono najnowsze zalecenia Unii Europejskiej.

#### Dane tunelu

- Długość tuby wschodniej: 678 m
- Liczba pasm: 2
- Przekrój tunelu: 83,1 m<sup>2</sup>
- Gradient: 4.0 %, południe - północ ku górze
- Dane ruchu:
  - 12.000 pojazdów dziennie
  - 4762 pojazdów / godzinę w kierunku zachodnim
  - 15 % ciężkich pojazdów drogowych < 48 ton

#### Dane galerii ewakuacyjnej

Długość: 678 m  
Pole przekroju: 4,99 m<sup>2</sup>

**WENTYLACJA****Normalna eksploatacja**

Obliczenie zapotrzebowania na świeże powietrze. Muszą zostać spełnione następujące warunki:

- W każdych warunkach ruchu czynniki toksyczne muszą być rozrzedzane w takim stopniu, aby nie występował jakikolwiek ujemny wpływ spalin na kierowców lub personel.
- W przypadku pożaru system wentylacji musi być w stanie zredukować wpływ dymu i ciepła na ludzi wewnątrz tunelu.
- W środowisku tunelu nie może się pojawić jakiegokolwiek niedopuszczalne zanieczyszczenie.

Na podstawie wzorów, współczynników i parametrów dokonano osobnych obliczeń dopuszczalnego stężenia CO oraz zmętnienia.

Limity jakości powietrza (w warunkach zatoru):

CO: 100 ppm (części na milion)

Zmętnienie:  $7 \times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$

Wyniki tych obliczeń zestawiono w tabeli 1.

Szybkość ruchu [km/h]	0	5	10	20	30	40	50	60	80	100
Zapotrz. na pow. [m <sup>3</sup> /s]	46,6	24,7	24,9	19,8	17,6	15,5	14,0	12,6	9,7	10,8
Qspec [mVs*km]	68,8	36,4	36,7	29,3	26,0	22,9	20,6	18,5	14,3	16,0

Tabela 1: Zapotrzebowanie na powietrze

Obliczenie liczby dmuchaw strumieniowych dla normalnej eksploatacji. Następnie obliczono spodziewane straty ciśnienia w tunelu. Obliczenia te uwzględniły:

- Efekt pompowania wskutek ruchu samochodów
- Tarcie ścian tunelu
- Straty ciśnienia wskutek kształtu wlotu tunelu
- Długość tunelu
- Wpływ warunków meteorologicznych

Jeśli prędkość powietrza wywołana wpływem naturalnym i efektem pompowania nie wystarcza do dostarczenia wymaganej ilości świeżego powietrza do tunelu, konieczna jest dodatkowa wentylacja mechaniczna.

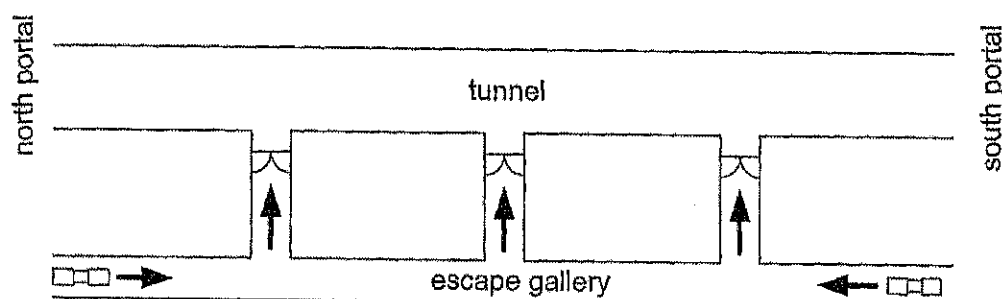
Obliczenia wykazały, że dodatkowa wentylacja mechaniczna konieczna jest tylko ze względu na zmętnienie.

Ażeby spełnić wszystkie wymagania dotyczące zmętnienia powietrza w tunelu należy użyć 3 nawrotnych dmuchaw strumieniowych o sile ciągu do 810 N.

Obliczenie liczby dmuchaw strumieniowych w galerii ucieczkowej

Aby mieć pewność, że do galerii ucieczkowej nie przedostanie się dym, instaluje się w niej dmuchawy strumieniowe, gwarantujące dopływ powietrza z zewnątrz do tunelu. Następny rysunek ukazuje funkcję systemu wentylacji w galerii.





Rysunek 3: Schemat wentylacji galerii ucieczkowej

Dla obliczenia liczby dmuchaw strumieniowych należy użyć kilku parametrów. W poniższej tabeli podsumowano te obliczenia.

• ILOŚĆ POWIETRZA	[m <sup>3</sup> /s]	30
• PRĘDKOŚĆ PRZEPŁYWU POWIETRZA	[m/s]	2,00
• DŁUGOŚĆ TUNELU	[m]	530
• PRZĘKRÓJ TUNELU	[m <sup>2</sup> ]	14,99
• WARTOŚĆ LAMBDA		0,03
• ŚREDNICA HYDRAULICZNA	[m]	4,13
• ZETA WLOTU	[m]	0,6
• GĘSTOŚĆ POWIETRZA	[kg/m <sup>3</sup> ]	1,2
• STRATA CIŚNIENIA W TUNELU	[N/m <sup>2</sup> ]	13,10
• ŁĄCZNY CIĄG W TUNELU	[N]	196
• CIĄG DMUCHAWY STRUMIENIOWEJ	[N]	250
• WSPÓŁCZYNNIK KOREKCJI		0,8
• CIĄG DMUCHAWY ZAINSTALOWANEJ	[N]	200
• MOC SILNIKA	[kW]	6,5
• KONIECZNA ILOŚĆ DMUCHAW STRUM.	sztuk	1
• MOC ZAINSTALOWANA	[kW]	6,5

Tabela 2: Obliczenie dmuchaw strumieniowych dla galerii ucieczkowej

Zaleca się zainstalowanie po jednej dmuchawie strumieniowej z każdej strony. Maksymalna średnica zewnętrzna stosowanej dmuchawy wynosi 700 mm. Można ją zainstalować ok. 50 m za wylotem galerii ucieczkowej.

### Wentylacja w przypadku pożaru

Projektowe parametry pożaru Ilość wydzielanego ciepła: 50 MW

Krytyczna prędkość dla gradientu 4.0 % oraz przekroju podkowistego musi wynosić co najmniej 3,1 m/s przy tunelu w 3/4 wypełnionym samochodami.

Obliczenie ilości dmuchaw strumieniowych dla eksploatacji w przypadku pożaru Konieczna ilość dmuchaw strumieniowych ( $Z_b$ ) w przypadku pożaru można obliczyć za pomocą następującego równania:

$$Z_b = \frac{A_v}{S} \cdot (P_M + P_B + P_E + P_A)$$

$A_v$	przekrój tunelu [m <sup>2</sup> ]
$S$	ciąg dmuchawy strumieniowej [N]

$P_M$	różnica ciśnienia meteorologicznego [N/m <sup>2</sup> ]
$P_B$	efekt wyporu powietrza wskutek pożaru [N/m <sup>2</sup> ]
$P_E$	ciśnienie statyczne przed pożarem [N/m <sup>2</sup> ]
$P_a$	ciśnienie statyczne za pożarem [N/m <sup>2</sup> ]

Za pomocą poniższych równań obliczono różne parametry:

$$P_B = \rho g \frac{(L_v - x_B) \cdot s}{100} \cdot \frac{\Delta T_B}{T_v + \Delta T_B} \quad (1)$$

$x_B$	odległość od miejsca pożaru do wlotu tunelu [m]
$s$	gradient tunelu [%]
$\Delta T_B$	Przeciętna różnica między temperaturą w tunelu i na zewnątrz.
$T_v$	Temperatura powietrza w tunelu przed pożarem [°K]
$L_v$	Długość tunelu [m]

$$P_B = \left( 1 + \zeta_E + \sum \zeta_{vj} + \lambda_v \frac{x_B}{d_v} + N_1 \frac{C_F}{A_v} + N_2 \frac{C_F}{A_v} \right) \frac{\rho}{2} u_v^2 \quad (2)$$

$N_1$	Liczba pojazdów znajdujących się między wlotem, a ssącą stroną pożaru.
$C_F$	Przeciętny obszar oporu pojazdu
$d_v$	obwód hydrauliczny [m]
$u_v$	Prędkość powietrza w tunelu [m/s]
$\rho$	Gęstość powietrza [kg/m <sup>3</sup> ]
$\zeta_E$	Strata na wlocie tunelu
$\zeta_{vj}$	Dodatkowa strata wewnątrz tunelu
$\lambda_v$	Współczynnik szorstkości ściany

$$P_A = \left( \sum_j \zeta_{vj} + \lambda_v \frac{L_v - x_B}{d_v} + N_1 \frac{C_F}{A_v} \right) \frac{\rho}{2} u_v^2 \frac{T_v + \Delta T_B}{T_v} \quad (3)$$

$N_2$	Liczba pojazdów znajdujących się w zadymionej części tunelu
-------	---

Przeciętna różnica między temperaturą w tunelu, a temperaturą powstałą pomiędzy miejscem pożaru, a wylotem tunelu prowadzi do ATB przy 65 K, przy wykorzystaniu wyników testów ogniowych i liczb podanych w kilku przepisach. Wartość ta została potwierdzona w kilku testach ogniowych.

#### PODSUMOWANIE

- System wentylacji wzdłużnej przy użyciu nawrotnych dmuchaw strumieniowych.
- Dmuchawy umieszczane parami pod stropem tunelu.
- Dane dmuchaw strumieniowych:

• Ciąg:	810 N	(tunel)
	250 N	(galeria)
• $P_{el}$ :	30 kW	(tunel)
	6,5 kW	(galeria)
• Średnica zewnętrzna:	1200 mm	(tunel)
	700 mm	(galeria)
• Ognioodporność:	400 °C, 120 min.	(tunel)

- Liczba wymaganych dmuchaw strumieniowych: aby spełniać normę RABT - 8 sztuk dla tunelu

Projektuje się 10 sztuk (2 sztuki jako zapasowe) tak, aby spełniać przepisy niemieckie. Dmuchawy strumieniowe należy zamontować w 5 grupach po 2 sztuki.

Dla galerii ucieczkowej wymagane są 2 dmuchawy strumieniowe, które zapewnią prędkość przepływu powietrza w galerii: 2 m/s.

### **Wentylatory strumieniowe**

Wentylatory strumieniowe w trybie pracy automatycznej sterowane są w zależności od kierunku przepływu powietrza, instalacji pomiarowych CO, urządzeń pomiarowych widoczności oraz od automatycznej liniowej instalacji sygnalizacyjnej pożaru. Możliwe jest odwrócenie kierunku obrotów.

### **Szczególne wymagania w razie pożaru**

Także w razie pożaru musi być możliwe wytwarzanie przy pomocy wentylatorów strumieniowych przepływu wzdłużnego. Wentylator strumieniowy jest przy tym wystawiany na wysokie temperatury powodowane przez ciepło promieniowania.

Wszelkie części wentylatora strumieniowego należy przy tym tak wykonać, by przez czas 120 minut wytrzymały temperatury do 400° C. Wszystkie części istotne dla nienagannej pracy wentylatora strumieniowego muszą przy tym zachowywać pełną funkcjonalność.

Na wymóg ten należy zwracać szczególną uwagę przy doborze materiałów. Należy przedsięwziąć środki, które mają za zadanie zapobiegać spowodowanemu przez rozszerzalność cieplną ocieraniu się łopatek wirnika o obudowę i zniszczeniu ich na skutek tego.

Muszą być dobrane takie materiały konstrukcji nośnej i wykonanie musi być tego rodzaju, by w razie pożaru temperatury do 600° C nie wpływały ujemnie na nośność.

### **Budowa wentylatora strumieniowego**

#### **Wentylator**

Zaprojektowany został jednostopniowy wentylator osiowy, który napędzany jest przez trójfazowy silnik asynchroniczny. Zasadniczymi częściami składowymi wentylatora są:

- obudowa wentylatora (płaszcz zewnętrzny) z koniecznymi usztywnieniami i punktami
- zawieszenia
- wirnik i łopatki wirnika
- silnik napędowy
- łopatki nośne do łożyskowania silnika
- wąż ochronny do umieszczenia kabli silnika
- konstrukcja do zawieszania wraz z linami zabezpieczającymi
- skrzynka zaciskowa ze złączkami rurowymi PG

Obudowę wentylatora wraz ze skrzynką zaciskową należy wykonać ze stali nierdzewnej 1.4571. Skrzynkę zaciskową należy umieścić na zewnątrz w łatwo dostępnym miejscu. Złączki rurowe PG (stal nierdzewna) należy dostarczyć i zamontować odpowiednio do kabli zasilających. Obudowę wentylatora należy połączyć z konstrukcją do zawieszania przy pomocy połączeń śrubowych zabezpieczonych przed drganiami. W celu ułatwienia montażu na obudowie wentylatora oraz na stropie tunelu należy umieścić stałe punkty mocowania (pałaki nośne) dla urządzeń podnośnikowych (jak np. wielokrążek).

Do łożyskowania silnika należy umieścić łopatki nośne o kształcie korzystnym ze względu na przepływ. Jako dodatkowe zabezpieczenie przed spadnięciem wentylatora należy umieścić

linę ze stali nierdzewnej 1.4571, która jest zawieszana do pałaków nośnych względnie do wentylatora przy pomocy karabińczyków ze stali nierdzewnej.

Wirnik i łopatki wirnika:

- Wirnik należy zamontować na wale silnika z mocowaniem jednostronnym.
- Łopatki wirnika muszą być tak skonstruowane, by wentylator strumieniowy w obu kierunkach tłoczenia wytwarzał maksymalny ciąg.
- Łopatki i elementy wirnika będące pod obciążeniem muszą przed montażem przy zastosowaniu odpowiednich metod (prześwietlanie, badania przy wykorzystaniu dźwięków) być poddane starannemu badaniu pod względem wad materiałowych i błędów obróbki. Wynik tego badania należy zarejestrować w świadectwie odbioru 3.1.B zgodnie z DIN EN 10204.
- Wirnik przez zamontowaniem należy wyważyć zgodnie z VDI2056 grupa maszyn T, stopień jakości dobry.
- Łożyskowanie łopatek musi być pyłoszczelne.
- Musi być możliwe osobne przestawianie łopatek wirnika przy postoju.

Konstrukcja do zawieszania:

Konstrukcję do zawieszania należy dopasować do uwarunkowań lokalnych. Na konstrukcję jak i do mocowania należy także używać stali nierdzewnej 1.4571.

Silnik napędowy

Jako silnik napędowy należy przewidzieć chłodzony powierzchniowo trójfazowy silnik asynchroniczny, o klasie izolacji F, Rodzaj ochrony IP 65, skrzynka zaciskowa IP 65. Jako napięcie przewidziano 3 x 400 V.50 Hz.

Dla silnika należy przewidzieć termiczny wyłącznik ochronny.

Budowa:

Odpowiednia do bezpośredniego montażu w obudowie wentylatora, dopasowana do konstrukcji wentylatora strumieniowego. Szczególnie należy przy tym zwracać uwagę na unikanie zmian przekroju niekorzystnych dla przepływu.

Łożyskowanie musi być wykonane przy zastosowaniu smarowanych na stałe łożysk tocznych. Żywotność łożysk tocznych powinna wynosić co najmniej 100.000 godzin pracy. Silnik należy zaprojektować do pracy ciągłej i aby jego rozruch był dokonywany poprzez urządzenia typu softstart zabudowane w rozdzielnicach.

Tłumiki dźwięku

Tłumiki dźwięku należy zamontować na elemencie wlotowym względnie wylotowym. Stronę wlotową względnie wylotową tych elementów należy zaokrąglić w celu redukcji strat ciśnienia. Szczególnie należy zwracać uwagę na korzystne pod względem przepływu przejście na kołnierzach mocujących.

Dostarczyć należy wersję nie korodującą (stal nierdzewna 1.4571), która normalnie (to znaczy gdy nie wystąpi pożar) nie wymaga konserwacji. Materiały absorpcyjne muszą być niepalne i niewrażliwe na wilgoć. Szczególnie należy zwracać uwagę na to, by z powodu ewentualnego zniszczenia w razie pożaru swobodny przepływ powietrza nie został utrudniony.

Tłumiki dźwięku należy tak zaprojektować, by na wolnej przestrzeni w odległości 4 m prostopadle do kierunku przepływu nie był przekroczony poziom hałasu 73 dB(A).

## 5.6 Wykonanie instalacji pomiarowych CO

Budowa i sposób działania

Instalacje pomiarowe CO w obu rurach tunelu składają się z mierników CO mających indywidualne stanowiska poboru powietrza.

W każdym budynku technicznym należy zamontować centralną jednostkę sterującą zainstalowaną w szafie o rozmiarach 600x600x600. Jako metodę pomiaru należy wybrać metodę „in situ” (pomiaru wielkości bezpośrednio w miejscu poboru próby powietrza). Działania analizatora powinno wykorzystywać elektrochemiczną metodę pomiaru lub metodę pomiaru w niedyspersyjnej podczerwieni NDIR. Zakres pomiarowy powinien wynosić 0 - 200 ppm CO w powietrzu. Wymagana dokładność pomiaru jest ustalona na  $\pm 10$  ppm. Czulość poprzeczna pomiaru w stosunku do innych gazów praktycznie nie może występować.

Wszystkie części funkcjonalne instalacji pomiarowej należy zamontować w szafie pomiarowej w obrębie wnęk EC w sposób przejrzysty i łatwo dostępny. Należy zagwarantować wymiennność wszystkich części, podzespołów itd.

Układy elektroniczne należy wykonać przy zastosowaniu techniki kart wymiennych wtykowych. Wszelkie przekaźniki należy przewidzieć jako hermetyczne oraz wykonane jako wtykowe. Szafę pomiarową należy wewnątrz całkowicie okablować, wszystkie doprowadzenia i odprowadzenia kabli należy połączyć do zacisków w dolnej części szafy. Instrumenty obsługi i wskaźnikowe należy zmontować w drzwiach przednich i przy pomocy giętkich przewodów dołączyć przez zaciski znajdujące się w dolnej części szafy.

Szafę pomiarową należy wyposażać w pompę membranową do poboru powietrza z tunelu. Pompa membranowa musi pracować bez smaru, nie można dopuszczać do zabrudzenia przyrządu pomiarowego. Pompę membranową należy zwymiarować do pracy ciągłej. Cały transport gazu musi być nadzorowany przy pomocy czujnika przepływu. W szafie należy zamontować wszystkie konieczne elementy funkcjonalne takie jak np. zawory elektromagnetyczne, filtry membranowe, czujniki wilgoci itd.

Powietrze z komory pomiarowej analizatora ze zmierzoną zawartością CO należy przy pomocy przewodu gazowego wydmuchiwac na otwartą przestrzeń tunelu.

#### Funkcje

Włączenie i wyłączenie całego zespołu pomiarowego musi być możliwe do przeprowadzenia przy pomocy przełącznika głównego.

Po włączeniu zespołu pomiarowego pompa membranowa musi uruchamiać się natychmiast. Powietrze doprowadzone do analizatora należy zmierzyć pod względem zawartości CO. Zmierzoną wartość CO należy osobno dla wszystkich stanowisk pomiarowych przygotować jako sygnał prądowy (4 - 20 mA) odpowiadające 200 ppm i zapamiętać w pamięci wartości pomiarowej. Każdy nowy proces pomiaru zastępuje ostatnio zapamiętaną wartość pomiarową każdego stanowiska pomiarowego.

Instalację należy wyposażać w układ automatycznej kalibracji i ręcznej umożliwiając wzorcowanie za pomocą wzorców z butli.

W szafie pomiarowej CO musi być wbudowane sterowanie czasowe (np. zegar sterujący), w którym można ustawić cykl kalibrowania jak i czas kalibrowania.

W czasie procesu kalibrowania powinna być blokowana transmisja błędnych wartości pomiarowych, to znaczy wysyłać należy ostatnio zmierzone wartości, które są zapamiętane w pamięci wartości pomiarowych. Praca w trybie kalibrowania oraz zakłócenie procesu kalibrowania muszą być sygnalizowane optycznie.

Okres trwałości gazu do kalibrowania musi wynosić co najmniej 1 rok! Gaz do kalibrowania powinien zawierać od 70 do 100 ppm CO.

#### Miejsca montażu

Całość instalacji pomiarowej CO należy zamontować w szafie pomiarowej w obrębie wnęk EC a centralną jednostkę sterującą w budynków technicznym stacji ST-1.

Sygnały pomiarowe i sygnalizacyjne prowadzone są do przynależnego sterowania wentylatorów w danym budynku technicznym i tym samym udostępniane sterowaniu wentylatorów.

#### Stanowiska poboru powietrza

Stanowiska poboru powietrza do szaf pomiarowych należy przy pomocy odpowiednich i stabilnych pokryw ze stali nierdzewnej (1.4571) zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi względnie przed niedozwolonym dostępem. Pokrywy stanowisk poboru powietrza należy tak uformować, by przy myciu tunelu przy pomocy maszyn pracujących automatycznie nie dochodziło do uszkodzeń stanowisk poboru powietrza i aby nie były konieczne szczególne zabiegi konserwacyjne.

#### Przesyłanie

Instalacja pomiarowa CO powinna przygotowywać bezpotencjałowo następujące sygnały: wartość pomiarowa usterka wydajności pompowania (czujnik przepływu) usterka analizatora błąd zbiorczy tryb pracy pomiarowej tryb pracy kalibracyjnej wyłączone.

### 5.7 Wykonanie instalacji pomiarowych widoczności

Pomiar widoczności musi być prowadzony wykorzystaniem metody pomiaru światła rozproszonego. Niniejsza specyfikacja odwołuje się wyłącznie do tej metody pomiarowej.

#### Informacje ogólne

Pomiar widoczności odbywa się tym samym w tych samych punktach co pomiar zawartości CO. Zakres pomiarowy instalacji pomiarowej widoczności musi odpowiadać współczynnikowi ekstynkcji z zakresu  $0 - 12 \times 10^{-3} \text{m}^{-1}$ . Dokładność pomiaru musi wynosić co najmniej 2%. Wszystkie części każdego kompletnego przyrządu pomiarowego należy zamontować w szafie pomiarowej w obrębie wnęk EC. Musi być zapewniony dobry dostęp do poszczególnych urządzeń, w razie potrzeby należy przewidzieć urządzenie obrotowe lub podobne. Doprowadzenie kabli bez wyjątku wykonywane od dołu, w razie potrzeby przez złączkę rurową PG. powietrze do pomiaru należy zasysać przy pomocy pompy lub wentylatora. Pompa lub wentylator bez smarowania muszą pracować w sposób nie wymagający konserwacji i powinny być eksploatowane z możliwością regulacji obrotów w zależności od pomiaru przepływu. Przy pomocy odpowiednich środków (np. przepłukiwanie przy pomocy filtrowanego, czystego powietrza) należy zapobiegać zabrudzeniu przyrządu pomiarowego. Przy pomocy czujnika przepływu należy nadzorować wielkość przepływu przez miernik zadymienia. „Zmierzone powietrze” należy wydmuchiwać w otwartą przestrzeń tunelu.

#### Kalibrowanie

Należy dostarczyć przyrząd do ręcznego i przenośnego kalibrowania. Kalibrowanie musi być możliwe do przeprowadzenia przy pomocy pręta kalibracyjnego lub przy pomocy czystego powietrza (butla ze sprężonym powietrzem) itd. W każdy zespół pomiarowy należy wbudować wszystkie środki służące łatwej obsłudze przy kalibracji (np. króćce podłączeniowe z zamkiem bagietkowym, itp.). Należy zagwarantować, by w trakcie procesu kalibrowania transmitowane wartości pomiarowej nie miało miejsca. Gdy stosowane są pręty kalibracyjne, to wielkość kalibracji musi być swobodnie wybierana.

### Funkcje

Po podłączeniu do sieci zasilania rezerwowego 230 V instalacja pomiarowa po naciśnięciu wbudowanego przełącznika głównego (WŁ / WYŁ) musi się uruchomić. Pompa musi się uruchomić, po otwarciu jednego z dwóch zaworów elektromagnetycznych otwierających tor pomiarowy z rury północnej lub południowej. Zawory elektromagnetyczne poszczególnych rur muszą kolejno otwierać się i zamykać dla realizacji ciągłości pomiaru w obu rurach. Próbkę powietrza należy bezwzględnie podgrzać przed jednostką pomiarową zadymienia, aby zmierzona została rzeczywista zawartość drobnych cząstek (bez wpływu zawartości mgły pary wodnej). Wartość przejrzystości zmierzona przez wbudowane optyczne urządzenie pomiarowe należy odpowiednio wzmocnić i przy pomocy przetwornika pomiarowego przekształcić w sygnał prądowy, udostępnić na zaciskach i zapamiętać w pamięci wartości pomiarowych. Każdy nowy cykl pomiaru zastępuje ostatnio zapamiętaną wartość pomiarową każdego stanowiska pomiarowego. Pomiar musi odbywać się w sposób ciągły, to znaczy pompa musi pracować stale.

Cały zespół pomiarowy musi się samoczynnie nadzorować. Przy zakłóceniach wewnętrznych takich jak np. „Pompa nie pracuje”, „Wydajność pompowania za mała”, „Usterka zespołu pomiarowego” itd. instalacja musi się samoczynnie wyłączyć i jednocześnie musi się pojawić komunikat usterki. Ponowne włączenie instalacji może być możliwe dopiero po usunięciu usterki. Należy przewidzieć człon nastawczy (np. potencjometr itp.) do kalibrowania. Człon nastawczy musi być zabezpieczony przed niezamierzonym przestawieniem. W razie potrzeby należy przewidzieć ręczne przełączanie „Praca - Kalibrowanie”. W czasie procesu kalibrowania powinna być blokowana transmisja błędnych wartości pomiarowych, to znaczy wysłać należy ostatnio zmierzone wartości, które są zapamiętane w pamięci wartości pomiarowych.

Co najmniej następujące szczegółowe komunikaty usterek należy pokazywać przy pomocy diod świecących lub lampek kontrolnych:

- usterka zespołu pomiarowego
- usterka stanowiska pomiaru
- usterka pompy
- usterka wydajności pompowania

oraz wszystkie inne znaczące komunikaty szczegółowe.

Urządzenie do wskazań zmierzonej wartości przejrzystości należy zamontować w szafie pomiarowej. Należy przewidzieć konieczne zaciski pomiarowe i kontrolne.

### Sygnalizacja

Przyrząd pomiarowy powinien udostępniać bezpotencjałowo następujące sygnały:

- 2 sygnały prądowe, 4-20 mA jako wartość pomiarową odpowiednio do współczynnika ekstynkcji  $K$  od 0 do  $12 \times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$ ,
- sygnał funkcji poboru powietrza z rury północnej lub południowej,
- komunikat zbiorczy „Usterka” jako zestyk bezpotencjałowy.

Sygnały pomiarowe i sygnalizacyjne prowadzone są do przynależnego sterowania SPS wentylatorów w danym budynku technicznym i tym samym udostępniane sterowaniu wentylatorów.

### Stanowisko poboru powietrza

Stanowiska poboru powietrza (stanowiska węszenia) należy przy pomocy odpowiednich i stabilnych pokryw ze stali nierdzewnej zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi względnie przed niedozwolonym dostępem.

### 5.8 Wykonanie urządzeń pomiarowych prędkości powietrza w kierunku wzdłużnym

Do pomiaru przepływu powietrza w rurach tunelu należy przewidzieć następujące skrzydełkowe przyrządy pomiarowe prędkości. Wykonane zostaną 2 urządzenia pomiarowe prędkości powietrza w kierunku wzdłużnym, na każdą nawę tunelu jeden pomiar.

#### Czujnik wartości pomiarowej

Do pomiaru prędkości w kierunku wzdłużnym i kierunku ruchu powietrza w tunelu należy w 2 nitkach tunelu umieścić 2 anemometry. Należy je zamontować na stropie tunelu. Dokładne miejsce montażu należy uzgodnić z Kierownikiem Kontraktu po akceptacji Projektanta.

Przy pomocy anemometrów musi być możliwy pomiar przepływu powietrza w całej szerokości tunelu (wartość średnia).

Budowa anemometru musi zapewniać, że zabrudzenie będzie miało możliwie mały wpływ na wartość pomiarową.

Obudowę anemometrów względnie wsporniki mocujące należy wykonać ze stali nierdzewnej.

Należy zapewnić łatwość demontażu anemometrów w celu przeprowadzania konserwacji. Przewody pomiarowe należy przeprowadzić przez odpowiednie połączenia wtykowe.

#### Układ analizujący

Zespoły analizujące należy umieścić w rozdzielnicach wnek EC2 (rura północna) oraz EC3 (rura południowa). Zespoły analizujące muszą przekształcać sygnały anemometrów w sygnał prądowy (4 -20 mA) odpowiadający zakresowi pomiarowemu, kierunek przepływu należy dodatkowo sygnalizować przy pomocy 2 zestyków bezpotencjałowych.

Przewody pomiarowe pomiędzy czujnikami wartości pomiarowej a zespołami analizującymi są częściami składowymi instalacji pomiarowych, zaliczać do tego należy także całość wyposażenia instalacyjnego.

#### Zasadnicze funkcje

Cały układ pomiarowy musi podawać sygnał prądowy proporcjonalny do prędkości przepływu powietrza. Dodatkowo w celu wskazania kierunku przepływu powietrza układ analizujący musi sterować odpowiedni przekaźnik na wyjściu. W sumie należy podawać następujące sygnały:

- sygnał pomiarowy 4-12-20 mA odpowiedni do prędkości przepływu powietrza i kierunku (zakres pomiarowy 20-0-20 m/s)
- kierunek przepływu powietrza w lewo / w prawo przy pomocy 2 bezpotencjałowych zestyków
- zbiorczy komunikat usterki (zestyk bezpotencjałowy).

Wartości pomiarowe i sygnalizacyjne są poprzez sterowniki PLC w niszach sygnalizacyjnych są dostępne dla przynależnego sterowania wentylacji w danym budynku technicznym ST-1 i ST-2.

### 5.9 Obliczenia techniczne

#### Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej

Przyjęto następujące parametry zwarciove na rozdzielniczy RG-1 i RG-2. Parametry zwarciove sieci:

$$I_{p0,4}^{3f} = 9.7 \text{ kA}$$

$$S_{z0,4} = 6.72 \text{ MVA}$$



$$I_{t0,4} = 9.9 \text{ kA}$$

$$I_u = 21.3 \text{ kA}$$

Jako środek dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej dla sieci elektroenergetycznej typu TN-C-S zastosowano:

#### SZYBKIE WYŁĄCZENIE ZASILANIA

Obliczenia przeprowadzono dla najniekorzystniejszego przypadku.

Dla prawidłowego działania ochrony przeciwporażeniowej należy spełnić warunek:

$$U_o > I_a \cdot Z_s$$

$U_o$  - napięcie pomiędzy przewodem skrajnym a ziemią

$I_a$  - prąd wyłączeniowy zabezpieczenia przy spełnieniu w/w warunku

Do obliczeń przyjęto bardziej niekorzystne warunki tj. zasilanie z transformatora o mocy  $S_n$  400 kVA i przekładni 21/0.4 kV

$$R_T = 0.004 \Omega \quad X_T = 0.012 \Omega$$

oraz następujące oznaczenia:

$R_k$  - rezystancja a kabla     $R_s$  - rezystancja a pętli zwarcia

$X_k$  - reaktancja kabla     $X_s$  - reaktancja pętli zwarcia

$Z_s$  - impedancja pętli zwarcia

W obliczeniach pominięto rezystancję linii kablowych łączących transformator z rozdzielnicą RG-1 i RG-2 oraz rezystancję kabla zasilającego rozdzielnicę 1RW, 2RW

$I_a$  - wartość prądu zapewniająca zadziałanie zabezpieczeń zwarciovych

$$I_a = I_{rm} \cdot k$$

$k$  - współczynnik 1.2

Nastawy zabezpieczeń zwarciovych wyłącznika w rozdzielnicy RG-1 na odpływie do rozdzielnicy 1RW, oraz zabezpieczeń zwarciovych wyłącznika w rozdzielnicy RG-2 na odpływie do rozdzielnicy 2RW. W torach zasilania rozdzielni 1RW i 2RW zainstalowano wyłączniki kompaktowe typu NZM-10-400A w wersji wysuwnej. Wyłączniki te wyposażono w wyzwalacze typ ZM 400 A o odpowiednio dobranych zakresach prądowych. Nastawy wyzwalacza typu ZM 400 A na dopływie do rozdzielnicy 1RW i 2RW

człon przeciążeniowy  $I_r = (0.7-1) I_o$

$$I_r = 0.9 \cdot 400 = 360 \text{ A}$$

człon zwarciovowy bezzwłoczny  $I_{rm} = (5-10) \cdot I_r$

$$\text{nastawa zab. } I_{rm} = 6 \cdot I_r = 2160 \text{ A}$$

Stosując wyzwalacze zwarciovowe w wyłącznikach kompaktowych łatwiej zapewnić odpowiednią selektywność działania zabezpieczeń i krótki czas wyłączenia zwarcia.

Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej dla dobranych nastaw zabezpieczeń zwarciovych wyłączników kompaktowych.

$$U_o > I_a \cdot Z_s$$

$$I_a = I_{rm} \cdot k = 2160 \cdot 1.2 = 2592 \text{ A}$$

$k$  - współczynnik 1.2

$$Z_s = 0.026 \Omega$$

$$U_o = 235 \text{ V} > U = 67.9 \text{ V}$$

## 2.2 Zestawienie kabli zasilających

Wyniki przeprowadzonych obliczeń zestawiono w załączonej tabeli T-I.  
Zestawienie kabli zasilających wentylatory

Załącznik T-1

Nr wentylatora	P <sub>max</sub> [kW]	Ozn. kabla	Typ kabla	L [m]	I <sub>obc</sub> [A]	I <sub>b</sub> [A]	I <sub>dd</sub> [A]	ZS	Zs x la [V]	dU% [%]	Miejsce zasilania
1V1	30.0	E-1V1	YKOSek4x16mm	160	59.0	63 A	100.0	0.23	221.0	3.72	1RW
		(N)HXCHFE180/E90 4x16		15	59.0	63 A	68.0				
1V2	30.0	E-1V2	YKOSek4x16mm	150	59.0	63 A	100.0	0.240	221.0	3.72	1RW
		(N)HXCHFE180/E90 4x16		21	59.0	63 A	68.0				
1V3	30.0	E-1V3	YKQXsek4x25 mm	265	59.0	63 A	135.0	0.22	217.0	3.75	1LVDB
		(N)HXCHFE180/E90 4x16		16	59.0	63 A	68.0				
1V4	30.0	E-1V4	YKOSek4x25 mm	265	59.0	63 A	135.0	0.22	218.0	3.75	1RW
		(N)HXCHFE180/E90 4x16		21	59.0	63 A	68.0				
1V6	30.0	E-1V5	YKOSek4x35 mm	375	59.0	63 A	167.0	0.22	223.0	3.72	1RW
		(N)HXCHFE180/E90 4x25		21	59.0	63 A	89.0				
2V1	30.0	E-2V1	YKOSek4x16mm	160	59.0	63 A	100.0	0.24	228.0	3.73	2RW
		(N)HXCHFE180/E90 4x16		21	59.0	63 A	68.0				
2V2	30.0	E-2V2	YKOSek4x16mm	160	59.0	63 A	100.0	0.241	229.0	3.73	2RW
		(N)HXCHFE180/E90 4x16		15	59.0	63 A	68.0				
2V3	30.0	E-2V3	YKOSek4x25mm	270	59.0	63 A	135.0	0.22	227.0	3.77	2RW
		(N)HXCHFE180/E90 4x16		21	59.0	63 A	68				
2V4	30.0	E-2V4	YKOSek4x25mm	270	59.0	63 A	135.0	0.22	227.0	3.77	2RW
		(N)HXCHFE180/E90 4x16		15	59.0	63 A	83				
2V5	30.0	E-2V5	YKOSek4x35 mm	385	59.0	63 A	167.0	0.230	228.0	3.73	2RW
		(N)HXCHFE180/E90 4x2		21	59.0	63 A	89.0				
1VE	6.5	E-1VE	(N)HXCHFE180/E90 4x6	105	13.0	16 A	38.0	0.31	85.5	1.22	RG-1
2VE	6.5	E-2VE	(N)HXCHFE180/E90 4x6	105	13.0	16 A	38.0	0.31	85.5	1.22	RG-2

## 6. Dostosowanie obiektu dla osób niepełnosprawnych

W tunelu odbywać się będzie jedynie ruch samochodowy, więc nie przewiduje się specjalnych rozwiązań funkcjonalnych w celu zapewnienia warunków niezbędnych do korzystania z tego obiektu przez osoby niepełnosprawne.

## 7. Charakterystyka energetyczna obiektu

Zapotrzebowanie obiektu na energię zostało ujęte w projektach przyłączy.

## 8. Wpływ inwestycji na środowisko

Szczegółowy opis oddziaływania inwestycji na środowisko został opracowany i załączony w Raplocie Oddziaływania Inwestycji na Środowisko, który stanowi oddzielny tom projektu budowlanego.

## 9. Warunki ochrony przeciwpożarowej

Szczegółowy opis rozwiązań i zakres ochrony przeciwpożarowej całego obiektu (tunel, budynki techniczne oraz centrum zarządzania tunelem) zostały zawarte w projekcie architektoniczno budowlanym tunelu uzgodnionym z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych. Niniejsze opracowanie stanowi jeden z elementów kompleksowego wyposażenia tunelu w systemy bezpieczeństwa zaprojektowany w oparciu o zawarte w w/w opracowaniu warunki.

## 10. Informacje uzupełniające

Rozwiązania w zakresie wykorzystania konkretnych urządzeń należy traktować jedynie jako rozwiązanie przykładowe. W przypadku zastąpienia przyjętych rozwiązań technicznych ujętych w niniejszym projekcie innymi, co najmniej równoważnymi co do parametrów technicznych i użytkowych, systemami wymagana jest zgoda inżyniera rezydenta.

Niniejszy projekt stanowi materiał w oparciu o który Wykonawca opracuje dokumenty realizacyjne zawierające szczegółowe rozwiązania poszczególnych elementów systemu wyposażenia i sterowania tunelem wykonane w oparciu o wybrane typy urządzeń i ich producentów.

Dokumenty te należy przedłożyć w celu sprawdzenia w dwóch egzemplarzach. Jeśli dokumenty w oparciu o sprawdzenie zostaną „dopuszczone do realizacji” (z uwagami wzgl. bez uwag, wskazówek itp.), wówczas adnotacje dot. dopuszczenia (data, miejsce dopuszczenia, uwagi, rewizja) winny być naniesione na oryginale na łatwo zauważalnym miejscu w czołówce dokumentu lub nad nią.

W razie potrzeby Inżynier lub Projektant może zażądać jeszcze dalszych uzupełniających dokumentów. Szczególnie zwraca się uwagę na to, że budować można dopiero w oparciu o dokumenty przeznaczone do realizacji.

Akceptacja dokumentacji Wykonawcy przez Inżyniera i Projektanta nie zwalnia jednak Wykonawcy od obowiązku udzielenia gwarancji. Do wykonawstwa rysunków odnoszą się odpowiednie normy.

Podstawą do przystąpienia Wykonawcy do prac w zakresie realizacji robót tunelowych (konstrukcyjnych i wyposażeniowych) jest uzyskanie dopuszczenia dokumentacji zwalniającej do realizacji.

Nie przewiduje się zatwierdzenia dokumentacji zwalniającej nie zawierającej kompletu rozwiązań. Dokumentacja realizacyjna wyposażenia i wszystkich systemów sterowania powinna uwzględniać zgodność systemową i sygnałową wszystkich zastosowanych podzespołów dobranych producentów oraz umożliwiać ich sterowanie i kontrolowanie bez stosowania dodatkowych urządzeń (np. konwerterów sygnałów sterujących).

### Dokumenty zwalniające

W terminie 10 tygodni po udzieleniu zlecenia, Wykonawca winien dostarczyć w 2 egzemplarzach następujące szczegółowe projekty techniczne, technologiczne, montażowe i warsztatowe:

- szczegółowy harmonogram realizacyjny i montażowy z podaniem terminów pośrednich,
- rysunki budowlane wszystkich elementów (segmenty elementów żelbetowych i betonowych, gniazda, szczeliny, otwory, kanały, nisze itp.),
- rysunki dot. zagospodarowania dla wszystkich elementów (wymiaru i ilość szaf, skrzynek, szyn itp. na poszczególne urządzenia),
- rysunki montażowe dla wszystkich jednostek, które mają być zamontowane w Tunelu,
- schematy poglądowe dla wszystkich elementów wyposażenia, z naniesionym okablowaniem elektryczne schematy obwodowe dla jednej z pośród typowych jednostek (np. dla sterowania 1 wyłącznikiem mocy, dla 1 odprowadzenia wentylatora itd.) listy urządzeń dla całokształtu dostaw w podziale wg odcinków zadaniowych robót i stacji (do zastosowania jako dokumenty inwentaryzacyjne), z podaniem typu, nazwy urządzenia, numerów itd.,
- arkusze danych dla najważniejszych urządzeń wzgl. wg życzenia Inżyniera i Projektanta rysunki konstrukcyjne dla 1 szafy, konstrukcji mocującej dla opraw oświetleniowych, znaków drogowych, kamery iluminacyjnej, kamery wizyjnej, sygnalizatora świetlnego itp.,

- dokumenty dla potrzeb okablowania zgodnie z warunkami technicznymi, oraz dodatkowo:
- kompletne plany przebiegów kabli z wszystkimi szczegółami,
- zestawienie kabli (listy kablowe),
- szczegółowe dane dotyczące urządzeń uziemiających,
- zrewidowane plany zagospodarowania dla wszystkich pomieszczeń obsługi elektrycznej z naniesionym przyjętymi wymiarami szaf, urządzeń itp. W przypadku, gdyby plany te były identyczne z planami Zamawiającego, można z ich wykonania na nowo zrezygnować i przedłożyć ponownie,
- pełna lista hardware'u (sprzętu komputerowego) wraz z parametrami,
- dokumentacja hardware'u i software'u (sprzętu komputerowego i oprogramowania) dla wszystkich dziedzin (systemy budowy, technika przewodzenia procesowego itd.). projekty techniczne, technologiczne, montażowe i warsztatowe ujęte w STWiORB.

Na podstawie dopuszczonych do realizacji dokumentów zwalniających zostaną określone rzeczywiste ilości robót, materiałów i urządzeń.

Pierwsze dokumenty winny być dostarczone już w 5 tygodni po udzieleniu zlecenia i od tego terminu dokumenty muszą być przedkładane na bieżąco. Po upływie terminu 10 tygodni od udzielenia zlecenia muszą już być dostarczone wszystkie dokumenty. Przy przekazywaniu zlecenia uzgodniony zostanie harmonogram przedkładania wszystkich dokumentów, którego dotrzymanie musi być zagwarantowane przez Wykonawcę.

#### Dokumenty realizacyjne

Dokumentami realizacyjnymi są skorygowane dokumenty zwalniające. Dokumenty realizacyjne należy przedłożyć w dwóch egzemplarzach w 6 tygodni po zwrocie dokumentów zwalniających.

#### Dokumenty montażowe

Dokumenty montażowe muszą być dostarczone przed rozpoczęciem montażu i jeśli chodzi o ich zakres, odpowiada on dokumentom realizacyjnym, jednakże dla każdej pojedynczej stacji względnie jednostki winny one być dostarczone w 2 egzemplarzach.

Zestaw dla obiektu budowy musi zawsze odpowiadać aktualnemu stanowi urządzeń (odręczne korekty). Dokumenty muszą znajdować się na miejscu budowy aż do chwili przekazania dokumentów inwentaryzacyjnych.

#### Dokumenty inwentaryzacyjne

Dokumenty inwentaryzacyjne winny być przekazane po zakończeniu montażu, włącznie po uruchomieniu w formie analogowej oraz cyfrowej na CD i winny one zawierać:

- zrewidowane dokumenty montażowe, wszystkie rysunki w 5 egzemplarzach,
- instrukcje obsługi zastosowanych wszystkich urządzeń w języku polskim, w 5-ch egzemplarzach,
- dokumenty dotyczące konserwacji, w 5-ch egz.,
- listy części zapasowych, w 5-ch egz.,
- opis software'u i listy programów wraz z licencjami, w 5-ch egz.,
- podręczniki dotyczące oprogramowania, w 5-ch egz.,
- dzienniki (książka) obiektu z odnotowanymi danymi uruchomienia, eksploatacji próbnej i badań odbiorczych.

Dokumenty inwentaryzacyjne winny być ułożone w segregatorach, posortowane branżowo i winny być opatrzone skorowidzem.

Wykonawca oprócz książki obiektu wymaganego prawem budowlanym opracuje uszczegółowioną książkę przeglądów i konserwacji wyposażenia tunelu zawierającą:

- wykaz poszczególnych podzespołów (urządzeń) podlegających przeglądowi,
- wykaz poszczególnych systemów podlegających przeglądowi,
- opis częstotliwości i zakresu czynności przeglądu,
- wykaz uprawnionego personelu wraz z zakresem stosownych uprawnień do sporządzania przeglądów.

Katowice, dnia 12.09.2006

(podpis nieczytelny)

## **B. CZĘŚĆ FORMALNO PRAWNA**

### **2. Spis uprawnień i zaświadczeń o przynależności do izby inżynierów budownictwa:**

Wszystkie uprawnienia i zaświadczeń o przynależności do izby inżynierów budownictwa zostały zawarte w projekcie zagospodarowania terenu stanowiącym oddzielny tom niniejszej dokumentacji.

### **2. Spis decyzji, warunków technicznych i uzgodnień:**

Wszystkie wymagane prawem warunki i uzgodnienia zostały zawarte w projekcie zagospodarowania terenu stanowiącym oddzielny tom niniejszej dokumentacji.

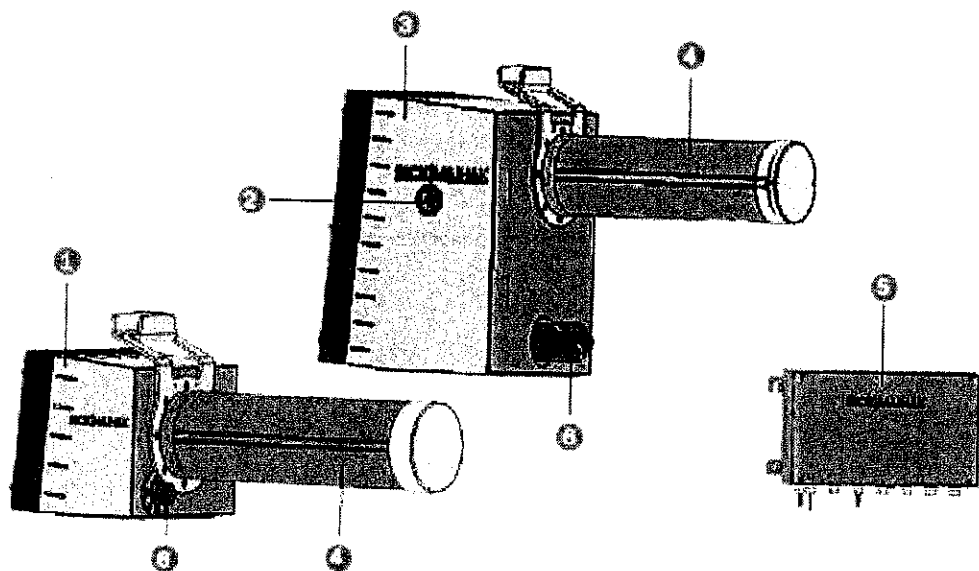
## **C. CZĘŚĆ GRAFICZNA**

### III.5. Zmiany wprowadzone przez stosunku do pierwotnego projektu autorstwa .

- Do pomiaru przejrzystości oraz zawartości NO i CO w powietrzu proponujemy zastosowanie zestawu pomiarowego **Vicotec 322** firmy SICK w ilości 2 komplety, zainstalowane przy końcach tunelu, oraz jeden zestaw pomiarowy **Vicotec 414** (seria 410) firmy SICK do pomiaru przejrzystości oraz CO w powietrzu, zainstalowany w centralnej części tunelu drogowego.

Zakres pomiarowy zestawu Vicotec 322 wynosi 0 - 500 ppm. CO w powietrzu, 0 - 45 ppm NO w powietrzu. Całkowita ilość błędów NO rocznie wynosi  $\pm 5\%$  zakresu pomiarowego, dla CO dokładność wynosi  $\pm 15$  ppm. Maksymalny błąd pomiarowy dla widoczności wynosi  $\pm 1,5\%$  transmisji.

Zakres pomiarowy zestawu Vicotec 414 wynosi 0 - 300 ppm. CO w powietrzu. Dokładność pomiaru jest równa  $\pm 5$  ppm. dla zakresu 0-150 ppm. i  $\pm 12$  ppm. dla zakresu 150-300 ppm. Dokładność pomiaru widoczności (transmisji) wynosi  $\pm 1,35\%$ .

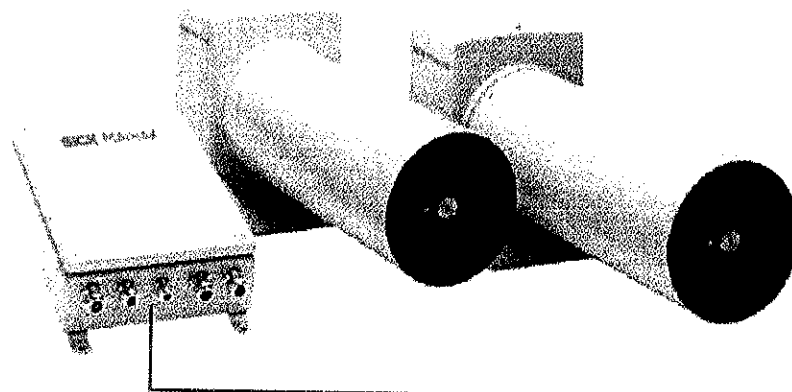


Układ VICOTEC 322

1 - reflektor, 2 - matryca LED do automatycznego śledzenia wiązki, 3 - zespół nadajnika/odbiornika, 4 - rura chroniąca przed pyłem, 5 - zespół przyłączeniowy, 6 - złącze wtykowe.

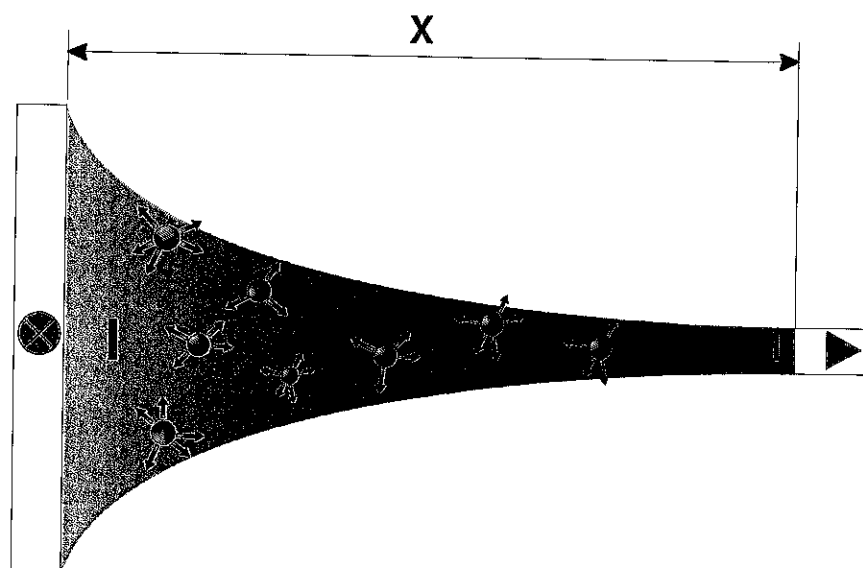
Czujnik „lewy”

Czujnik „prawy”



Zespół przetwarzania AWE410

Układ VICOTEC 410 - wersja podstawowa, para czujników i zespół przetwarzania

Pomiary widoczności - zasada pomiaru:

transmisja:

$$T = I/I_0 = e^{-kx} \quad k = -\ln(I/I_0) / x$$

gdzie:

 $I_0$  = natężenie światła wysłanego, $I$  = natężenie światła odebranego, $x$  = odległość pomiaru, $k$  = współczynnik pochłaniania „ekstynkcja”, $T$  =

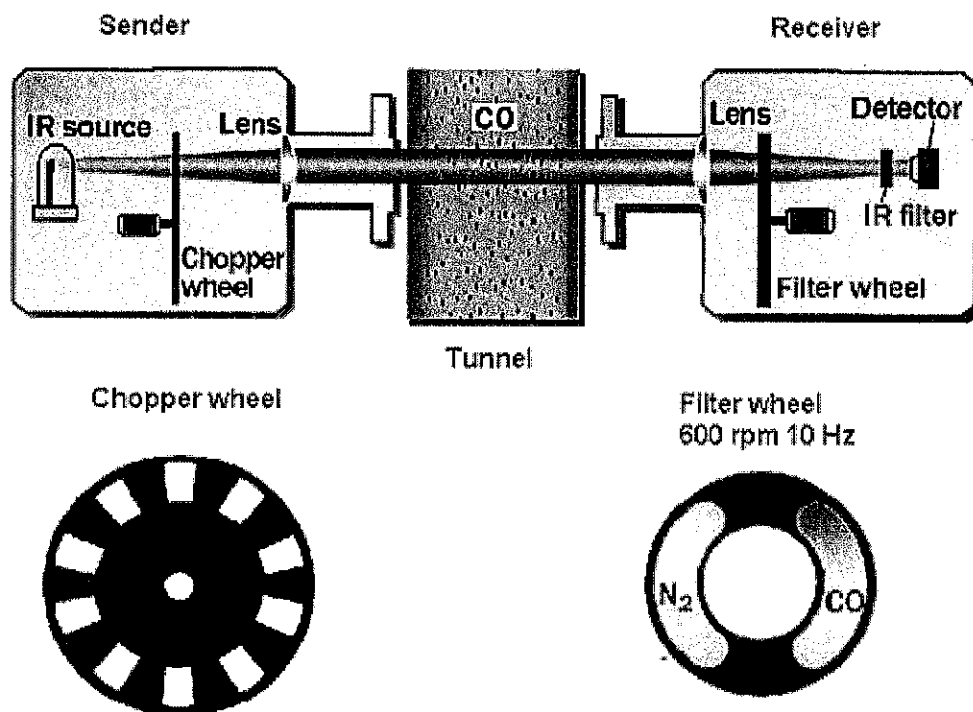
transmisja.

VICOTEC 410 składa się z zespołu nadajnika/odbiornika oraz reflektora. Reflektor jest zamontowany w odległości 10 m od zespołu nadajnika/odbiornika. Widoczność jest mierzona metodą autokolimacji. Światło emitowane przez nadajnik w zespole nadajnika/odbiornika jest odbijane przez reflektor do odbiornika. W ten sposób powstaje ścieżka pomiarowa (20m). Światło rozproszone przez cząsteczki kurzu, sadzy itp. znajdujące się w tunelu jest odbierane przez odbiornik w zespole nadajnika/odbiornika. Ta wartość nieprzetworzona jest przetwarzana i przekształcana w wartość pomiarową w zespole przetwarzania.

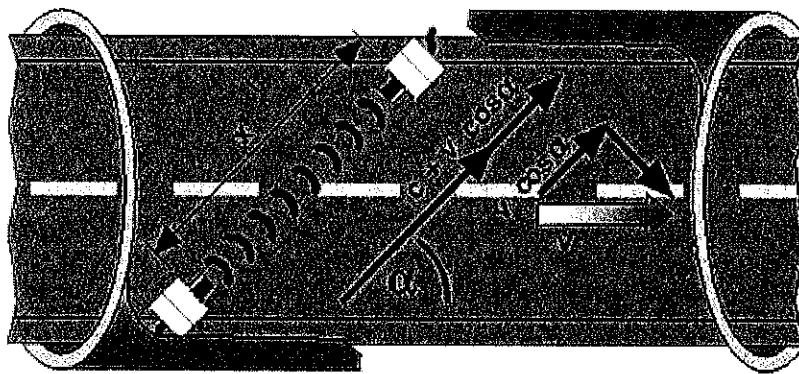
VICOTEC 410 niweluje wszelkie czynniki wpływające na zafałszowanie wyników pomiaru tj. zanieczyszczenia długookresowe zmiany wartości parametrów elementów urządzenia.

#### Pomiary stężenia CO:

Pomiar stężenia CO odbywa się na zasadzie pomiaru absorpcji promieniowania podczerwonego w paśmie charakterystycznym dla CO. Po przepuszczeniu wiązki przez ścieżkę pomiarową (wzdłuż tunelu) porównuje się natężenie promieniowania przepuszczonego następnie przez filtr CO i filtr referencyjny. Im mniejsza różnica tym większe stężenie CO w tunelu. Jest to metoda tzw. ujemnej korelacji filtrów gazowych.



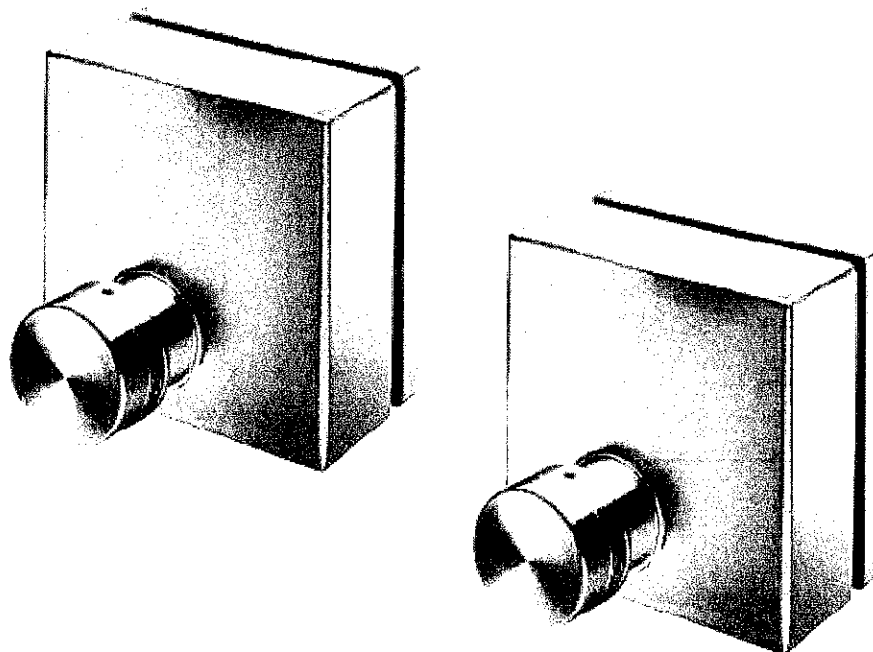


Pomiary prędkości przepływu powietrza:

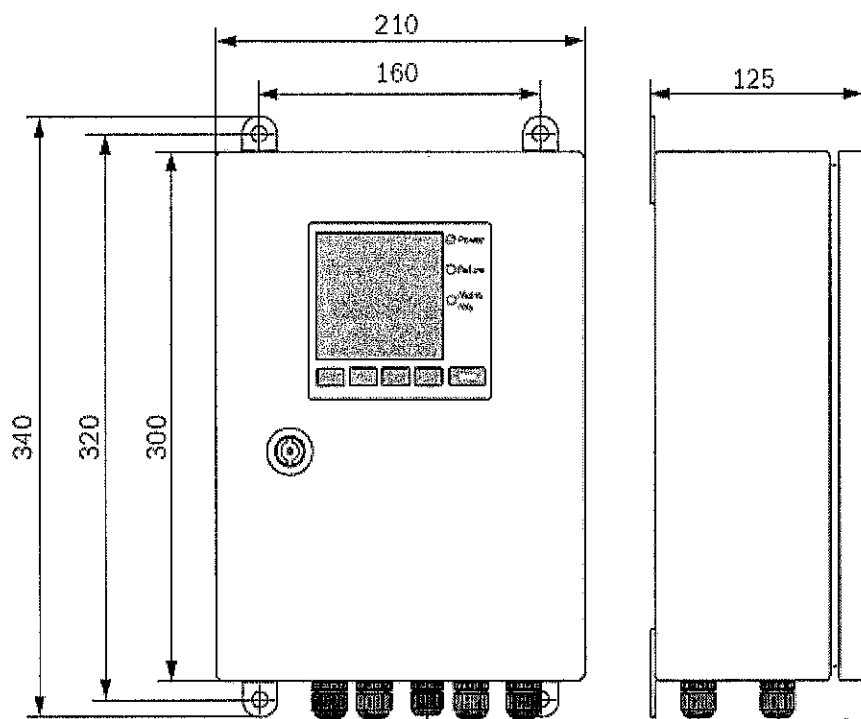
Pomiar odbywa się poprzez zmierzenie czasów przejścia fali ultradźwiękowej raz w jednym raz drugim kierunku.

$$t_1 = L/(v+c \cdot \cos \alpha) \quad i \quad t_2 = L/(v-c \cdot \cos \alpha) \Rightarrow v = L/(2 \cdot \cos \alpha) \cdot (1/t_1 - 1/t_2)$$

Jak widać wielkość prędkości rozchodzenia się dźwięku „c” jest matematycznie eliminowana co oznacza, że pomiar jest niezależny od właściwości ośrodka. Jest to jedną z wielu zalet pomiarów ultradźwiękowych.



Ultradźwiękowa głowica nadawczo-odbiorcza FLSE200H



Moduł przetwarzania MCU

- W zamian za softstarty firmy Vacon zastosowano urządzenia firmy Danfoss typu MCD202,
- Zmieniono nazwy:
  - z 1RW na ST1.30 i ST1.31,
  - z 2RW na ST2.30 i ST2.31,
- Dobrane przez PKiMSA CARBOAUTOMATYKA S.A. wentylatory spełniają warunki i parametry wentylatorów dobranych w projekcie wykonawczym PPBiR Mosty.

W tunelu drogowym dobrano wentylatory HTK Went Polska Sp. z o.o.:

Typ	VST 800-7-2, tunelowy, rewersyjny, oddymiający, 400°C/120min	
Przepływ	m <sup>3</sup> /h	66311
Ciąg	N	817
Gęstość powietrza	kg/m <sup>3</sup>	1,20
Temp. doboru	°C	20,0
Kąt ustawienia łopatk	°	27
Sprawność	%	71
Moc na wale	kW	21,9
Obroty	1/min	2950
Ważony poziom LwA okt	dB(A)	112
LpA w odległości 4m/90°	dB(A)	73

Wykonanie obudowy, tłumików, konsoli		Stal szlach. 1.4571
Wykonanie wirników		Stal szlach. 1.4301
Silnik		
Moc	kW	22
Napięcie/ częstotliwość sieci	V/Hz	400/50
Obroty silnika	1/min	2950
Wielkość silnika	IEC	180 L/2
Forma zabudowy		B14
Stopień ochrony		IP 65
Klasa izolacji		H

W tunelu ewakuacyjnym dobrano wentylatory HTK Went Polska Sp. z o.o.:

Typ	VST 560-7-2, tunelowy, rewersyjny, oddymiający, 400°C/120min	
Przepływ	m³/h	26 458
Ciąg	N	259
Gęstość powietrza	kg/m³	1,20
Temp. doboru	°C	20,0
Kąt ustawienia łopatek	°	32
Sprawność	%	61
Moc na wale	kW	6,47
Obroty	1/min	2950
Ważony poziom LwA okt	dB(A)	95
LpA w odległości 4m/90°	dB(A)	67
Wykonanie obudowy, tłumików, konsoli		Stal szlach. 1.4571
Wykonanie wirników		Stal szlach. 1.4301
Silnik		
Moc	kW	7,5
Napięcie/ częstotliwość sieci	V/Hz	400/50
Obroty silnika	1/min	2950
Wielkość silnika	IEC	132 s/2
Forma zabudowy		B3
Stopień ochrony		IP 65
Klasa izolacji		H

- Odcinki kabli prowadzone w kanalizacji kablowej (która stanowi osobną strefę pożarową) wykonane będą kablami tradycyjnymi typu N2XH-J 5x6mm²-0,6/1kV, N2XH-J 4x16mm²-0,6/1kV, N2XH-J 4x25mm²-0,6/1kV, N2XH-J 4x35mm²-0,6/1kV. Odcinki kabli do podłączenia wentylatorów prowadzone w strefie pożarowej tunelu wykonane zostaną kablami nie palnymi typu (N)HXJ FE180/E90-0,6/1kV.
- Przewidziano możliwość pracy nawrotnej wentylatorów w tunelu ewakuacyjnym.

## – Rysunki:

- a) EWT 03 00-1 Schemat wyposażenie - oświetlenie - rzut,  
EWT 03 00-2 Schemat wyposażenie - oświetlenie - rzut,

zastąpiono rysunkami CA-01/LAL/T03-6-601 arkusz 1÷5,

- b) EWT 03 01 Schemat ideowy rozdzielnic 1RW,  
EWT 03 02 Schemat ideowy rozdzielnic 2RW,

zastąpiono rysunkami CA-01/LAL/T03-6-101 i 102.

### III.6. Sterowanie wentylacją

#### A. Wentylatory strumieniowe stacji 1 (ST1)

1VDB1
1VDB2
1VDB3
1VDB4
1VDBE

##### 1. Funkcja sterowania lokalnego

##### 2. Szafka rozdzielcza (priorytet 1)

Lokalnie / 0 / Zdalnie

Przy pozycji LOKALNIE możliwość wyboru kierunku dmuchania

##### 3. NSS (priorytet 2)

Jeśli przełącznik na szafie znajduje się w pozycji ZDALNIE

#### **WAŻNE!**

Jeśli wentylator jest przełączony w pozycje LOKALNIE lub WYŁ (w rozdzielni lub NSS) nie będzie on załączony w przypadku pożaru lub zanieczyszczenia powietrza!

W tym przypadku obsługujący jest odpowiedzialny za swoje postępowanie!!!

#### B. Wentylatory strumieniowe stacji 2 (ST2)

2VDB1
2VDB2
2VDB3
2VDB4
2VDB5
2VDB6
2VDBE

##### 1. funkcja sterowania LOKALNEGO

##### 2. Szafka rozdzielcza (priorytet 1)

Lokalnie / 0 / Zdalnie

Przy pozycji RĘCZNE możliwość wyboru kierunku dmuchania

##### 3. NSS (priorytet 2)

Jeśli przełącznik na szafie znajduje się w pozycji ZDALNIE

#### **WAŻNE!**

Jeśli wentylator jest przełączony w pozycje LOKALNY lub WYŁ (w rozdzielni lub NSS) nie będzie on załączony w przypadku pożaru lub zanieczyszczenia powietrza!

W tym przypadku obsługujący jest odpowiedzialny za swoje postępowanie!!!

### C. Przebieg sterowania

Schemat sterowania wentylatorami zasadniczo został przedstawiony na poniższym rysunku. Przewidziano oddzielne systemy sterowania dla każdej z rur, przedstawione tu objaśnienia odnoszą się każdorazowo tylko do jednej z rur. Dla drugiej rury idea sterowania jest podobny.

Wszystkie podane wartości i parametry mają możliwość parametryzacji. Przedstawione wartości należy traktować jako wartości początkowe. Obowiązuje to także dla wszystkich przedstawionych czasów.

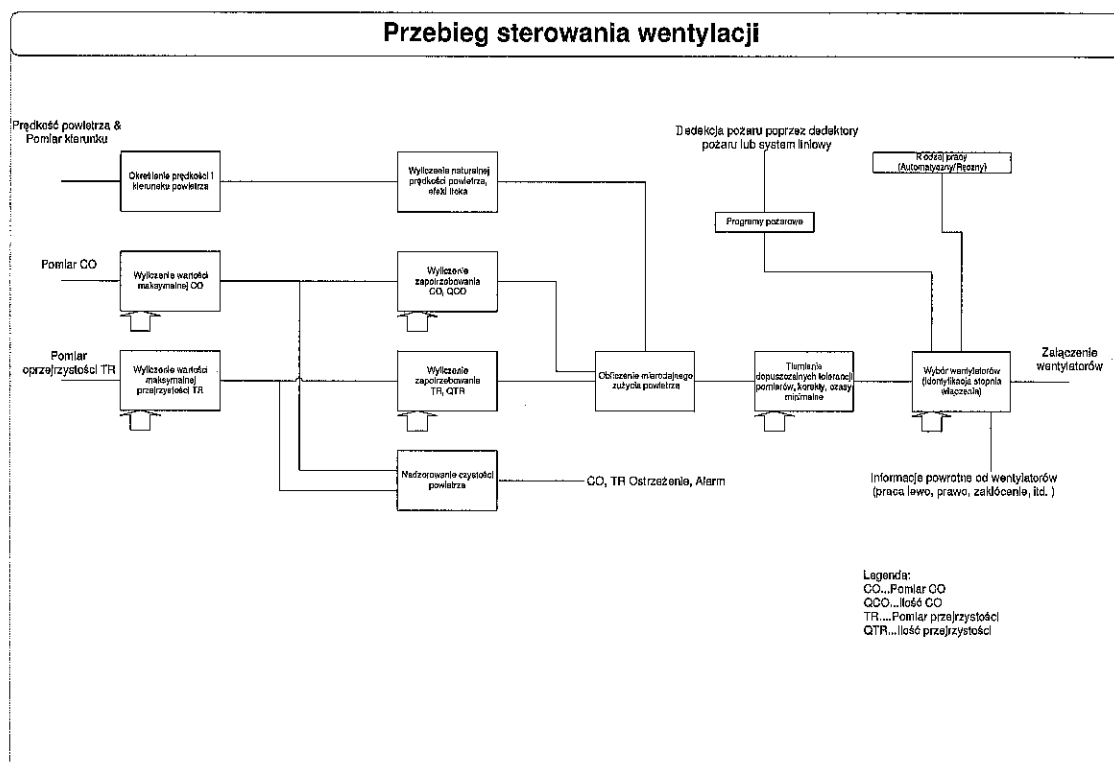


Abb.: 13.1

### D. Wentylacja w pracy normalnej (brak pożaru)

#### 1. założenie

Przełącznik na miejscu i NSS w trybie zdalnym

#### 2. Kolejność wentylatorów strumieniowych

Wentylatory są wybierane w zależności od ich czasu pracy ( wentylatory z najmniejszą liczbą godzin wybierane są najpierw).

Wentylatory startują stopniowo w trybie zdalnym (5sec). W pracy zdalnej 2 wentylatory w tym samym przekroju poprzecznym tunelu stają się 1 wentylatorem (grupą wentylatorów).

**3. Określenie wartości CO do regulacji.**

Jeśli nie występują żadne zaburzenie pomiarów, zostaje obliczona wartość średnia trzech pomiarów. Ta wartość brana jest pod uwagę podczas regulacji.

**= CO - wartość średnia dla sterowania**

**4. Załączenie wentylatorów w oparciu o podstawową zawartość CO w powietrzu.****Wybieralne przez NSS:**

Wartość graniczna CO dla załączenia 40 ppm

Wartość graniczna CO dla wyłączenia 30 ppm

Opóźnienie załączenia 15 min.

Jeśli CO przekroczy wartość graniczną w okresie czasu dłuższym niż zdefiniowany czas opóźnienia 5 min. załączenia zostaje załączona 1 grupa wentylatorów dla przyrostu 5 ppm (gdy gradient przyrostu jest większy np. 10 ppm załączone zostają 2 grupy wentylatorów). Gdy CO spadnie poniżej wartości granicznej wentylatory zostają wyłączane jeśli pozwalają na to inne procedury programu.

**5. Załączanie wentylatorów gdy zawartość CO nie zmniejsza się.****Wybieralne przez NSS:**

Czas cyklu wzrost / opadanie

Wzrost CO dla cyklu 1. Załączenie grupy wentylatorów

Wzrost CO dla cyklu 2. Załączenie grupy wentylatorów

Opadanie CO dla cyklu 1. Wyłączanie grupy wentylatorów

Jeśli wartość CO w zdefiniowanym czasie po załączeniu grupy wentylatorów nie zmniejszy się, zostaje załączona 2 grupa. Gdy podczas pracy dwóch grup wartość ta w dalszym ciągu nie spada zostają załączone jeszcze dwie grupy. Jeśli podczas pracy wentylatorów poziom CO obniży się poniżej granicznej wartości w każdym cyklu wyłączana jest 1 grupa.

**6. sterowanie wentylatorów zależnie od wartości przejrzystości powietrza.**

Algorytmy sterowania dla CO, TR i NO są identyczne, jednakże przy wyborze ilości pracujących wentylatorów wybierany jest bardziej rygorystyczny warunek.

**7. Określenie wartości TR do regulacji.**

Jeśli nie występują żadne zaburzenie pomiarów (EC3, EC9), zostaje obliczona wartość średnia obydwu pomiarów. Ta wartość brana jest pod uwagę podczas regulacji.

**= TR - wartość średnia dla sterowania**

**8. Załączenie wentylatorów w oparciu o podstawową zawartość CO w powietrzu.****Wybieralne przez NSS:**

Wartość graniczna TR dla załączenia 3 ext.

Wartość graniczna TR dla wyłączenia 2 ext.

Opóźnienie załączenia 15 min

Jeśli TR przekroczy wartość graniczną w okresie czasu dłuższym niż zdefiniowany czas opóźnienia załączenia zostaje załączona 1 grupa wentylatorów. Następnie gdy TR spadnie poniżej wartości granicznej wentylatory zostają wyłączane jeśli pozwalają na to inne procedury programu.

**9. Załączanie wentylatorów gdy zawartość TR nie zmniejsza się.****Wybieralnie przez NSS:**

Czas cyklu wzrost / opadanie

Wzrost TR dla cyklu 1. Załączenie grupy wentylatorów

Wzrost TR dla cyklu 2. Załączenie grupy wentylatorów

Opadanie TR dla cyklu 1. Wyłączenie grupy wentylatorów

Jeśli wartość TR w zdefiniowanym czasie po załączeniu grupy wentylatorów nie zmniejszy się, zostaje załączona 2 grupa. Gdy podczas pracy dwóch grup wartość ta w dalszym ciągu nie spada zostają załączone jeszcze dwie grupy. Jeśli podczas pracy wentylatorów poziom TR obniży się poniżej granicznej wartości w każdym cyklu wyłączana jest 1 grupa.

**10. sterowanie wentylatorów zależnie od wartości przejrzystości powietrza.**

Algorytmy sterowania dla CO, TR i NO są identyczne, jednakże przy wyborze ilości pracujących wentylatorów wybierany jest bardziej rygorystyczny warunek.

**11. Określenie wartości NO do regulacji.**

Jeśli nie występują żadne zaburzenie pomiarów (EC3, EC9), zostaje obliczona wartość średnia obydwu pomiarów. Ta wartość brana jest pod uwagę podczas regulacji.

**= NO - wartość średnia dla sterowania****12. Załączenie wentylatorów w oparciu o podstawową zawartość NO w powietrzu.****Wybieralne przez NSS:**

Wartość graniczna NO dla załączenia ..... ppm

Wartość graniczna NO dla wyłączenia ..... ppm

Opóźnienie załączenia 15 min.

Jeśli NO przekroczy wartość graniczną w okresie czasu dłuższym niż zdefiniowany czas opóźnienia 5 min. załączenia zostaje załączona 1 grupa wentylatorów dla przyrostu 5 ppm ( gdy gradient przyrostu jest większy np. 10 ppm załączone zostają 2 grupy wentylatorów). Gdy NO spadnie poniżej wartości granicznej wentylatory zostają wyłączane jeśli pozwalają na to inne procedury programu.

**13. Załączanie wentylatorów gdy zawartość NO nie zmniejsza się.****Wybieralnie przez NSS:**

Czas cyklu wzrost / opadanie

Wzrost NO dla cyklu 1. Załączenie grupy wentylatorów

Wzrost NO dla cyklu 2. Załączenie grupy wentylatorów

Opadanie NO dla cyklu 1. Wyłączenie grupy wentylatorów

Jeśli wartość NO w zdefiniowanym czasie po załączeniu grupy wentylatorów nie zmniejszy się, zostaje załączona 2 grupa. Gdy podczas pracy dwóch grup wartość ta w dalszym ciągu nie spada zostają załączone jeszcze dwie grupy. Jeśli podczas pracy wentylatorów poziom NO obniży się poniżej granicznej wartości w każdym cyklu wyłączana jest 1 grupa.



**14. Kierunek działania wentylatorów**

W czasie normalnej eksploatacji tunelu wentylatory działają zawsze zgodnie z naturalnym ciągiem powietrza.

**E. Sterowanie wentylatorów w przypadku pożaru**

W programie pożarowym godziny pracy wentylatorów nie mają żadnego wpływu na ich wybór do załączenia.

**1. Określenie prędkości powietrza do sterowania**

Wartością prędkości powietrza jest obliczona wartość średnia obydwu pomiarów. Ta wartość brana jest pod uwagę podczas sterowania i regulacji.

**2. Określenie kierunku powietrza do sterowania**

Wartości te są porównywane i wartość większa decyduje również o kierunku powietrza.

**3. Regulacja wentylatorów w przypadku pożaru.**

Regulacja wentylatorów pracuje zgodnie z regulatorem PID. Prędkość zadana dla poszczególnych scenariuszy pożaru (opisanych poniżej) jest wybierana przez NSS i wynosi 3,1 m/s.

Prędkość rzeczywista jest otrzymywana poprzez załączanie i wyłączanie dostępnych wentylatorów.

**4. Ważna, informacje będące do dyspozycji**

- Miejsce meldunku źródła pożaru w tunelu
- Prędkość powietrzna i kierunek opisane w punktach. 12.5.1 i 12.5.2.

**5. Sposób sterowania wentylatorów**

Sterowanie początkowo wentylatorów strumieniowych w tunelu jest zgodne z przedstawionym poniżej rysunkiem. Kierunek dmuchania wentylatorów jest zgodny ze strzałkami. Czerwone pole przedstawia źródło pożaru natomiast pole żółte pracujące wentylatory strumieniowe.

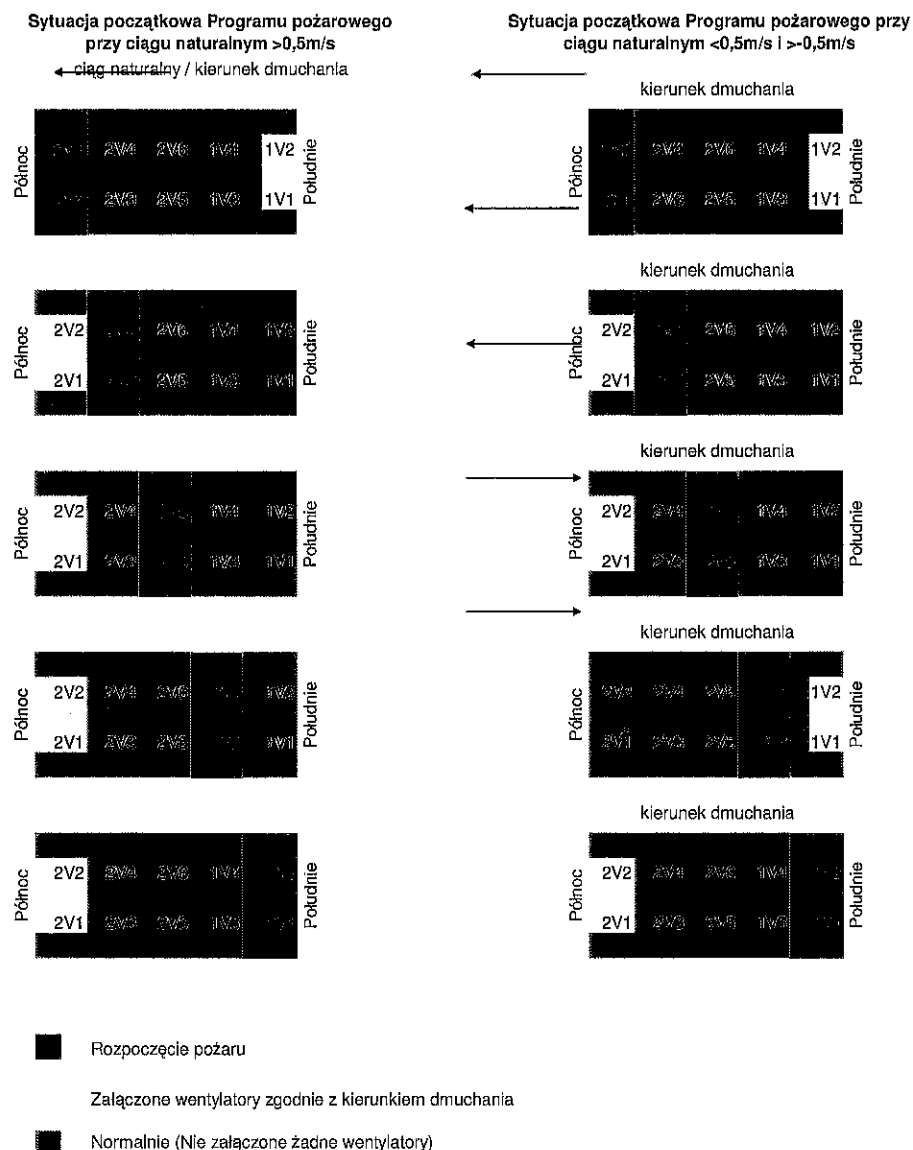


Abb.: 13.2

Praca wentylatorów strumieniowych zostaje wybrana w taki sposób by dym nie był rozdmuchiwany oraz zawirowywany w przekroju poprzecznym tunelu poprzez wentylatory. Zasadniczo gdy jest to możliwe dym powinien być wysany i nie dmuchany poprzez rurę!

#### 6. Rura tunelu drogowego dotkniętego pożarem.

- Odłączenie wentylatorów strumieniowych w zasięgu pożarowym i blokada ich ponownego załączenia
- Włączenie potrzebnych wentylatorów (z czasem opóźnienia), aby zabezpieczyć prędkość minimalną powietrza, dołączenie wentylatorów w przypadku pożarowym następuje pojedynczo. Jeśli prędkość wzrośnie ponad  $3,1\text{ m/s}$ , następuje pojedyncze wyłączanie wentylatorów.

- Przyjmuje się że miejscem pożaru jest miejsce pierwszego alarmu przez liniowy system pożarowy niezależnie od pojawienia się następnych sygnalizacji w danej rurze. Przyciśnięcie przycisku pożarowego w tunelu nie wywołuje automatycznie programu pożarowego ale jednak zamyka wjazd do tunelu i kieruje automatycznie kamerę w rejon dotyczącego odcinka. Aktywacja odpowiedniego programu pożarowego następuje dopiero przy zgłoszeniu przez liniowy system ppoż.

#### **7. Rura tunelu ewakuacyjnego.**

- Wentylatory strumieniowe w tunelu ewakuacyjnym dmuchają do wnętrza tunelu. Po przez takie działanie w tunelu ewakuacyjnym wytworzone zostaje nadciśnienie nie pozwalając na jego zadymienie.

#### **F. Punkty danych**

Meldunki oraz wartości mierzone z urządzenia wentylacji obowiązują dla obydwóch rur tunelu.

Dla wentylatorów rozróżniamy następujące meldunki i wartości mierzone:

##### **1. rozkazy**

- Ręczny na lewo
- Ręczny na prawa
- Wyl.
- Automatyka

##### **2. meldunki**

- Praca na lewo
- Praca na prawo
- Alarm
- Przełącznik na miejscu - automatyka

##### **3. wartości liczone**

- Godziny pracy na szafce rozdzielczej (dla każdego wentylatora pojedynczo!)

##### **4. Wirtualne wartości liczące**

- Godziny pracy (dla każdego wentylatora pojedynczo!)
- Czas pozostały (dla każdego wentylatora pojedynczo!)

##### **Pojęcie – „Czas pozostały”:**

Każdy wentylator może być załączony tylko maksymalnie 4- raz na godzinę. Dlatego każdy wentylator musi w zasadzie pracować przynajmniej 15 minut (parametryzowane!), zanim może zostać wyłączony. Aby uniknąć nieporozumień podczas eksploatacji, pozostały czas pracy wentylatorów jest przedstawiony w programie NSS (tylko w programie). Czas pozostały jest licznikiem zliczającym w dół od 15 (piętnaście) minut do 0 (zera) minut.

W każdym czasie istnieje możliwość wentylatory załączyć lub wyłączyć.