

**Dokumentacja powykonawcza
Budowa Drogi Ekspresowej
S-69 BIELSKO-BIAŁA – ŻYWIEC – ZWARDOŃ. Odcinek C2:
SZARE – LALIKI KM 40+475 – KM 43+155,74.
T11.01.04 – Urządzenia oświetleniowe
- Dokumentacja powykonawcza – dobór, zasilanie, instalacja
kablowa oraz sterowanie urządzeniami oświetleniowymi**

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 - ZWARDOŃ
ADRES:	ODCINEK C2: SZARE - LALIKI KM 40+475 - KM 43+155,74
ZESPÓŁ PROJEKTOWY:	
SPRAWDZIŁ:	
ZATWIERDZIŁ:	
Listopad 2009	

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.

(podpis nieczytelny)

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

Umowa między: Generalną Dyrekcją 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 energetycznej – oświetlenie.

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 oświetlenia stref wjazdowych,
- dobór i konfigurację układów zasilania oświetlenia ewakuacyjnego,
- dobór i konfigurację układów zasilania układów automatyki zainstalowanych w tunelu,
- instalację ochrony od porażeń prądem elektrycznym,
- lokalizację projektowanych rozdzielnic zasilających instalację oświetleniową w pomieszczeniach stacji transformatorowych i niszach sygnalizacyjnych.

Rodzaje oświetlenia projektowanego w tunelu

Ze względów eksploatacyjnych i w celu zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa tunel wyposażono w następujące instalacje oświetleniowe:

1 - Oświetlenie stref wjazdowych. Zadaniem tego oświetlenia jest zapewnienie płynnej zmiany luminancji jezdni od wartości występujących na jezdni zewnętrznej przed tunelem do luminancji występującej w strefie wewnętrznej tunelu. Oświetlenie stref wjazdowych wykonano

przy pomocy opraw oświetleniowych asymetrycznych z układem redukcji mocy wykonanych ze stali nierdzewnej 1.4571 wyposażonych w sodowe źródła światła o mocy 400W oraz asymetrycznych z układem redukcji mocy wykonanych ze stali nierdzewnej wyposażonych w sodowe źródła światła o mocy 250 W. Rozmieszczenie opraw oświetleniowych, trasy prowadzenia kabli i przewodów przedstawiono na schemacie wyposażenia tunelu.

2 - Oświetlenie strefy wewnętrznej. Do oświetlenia tej strefy zastosowano oprawy symetryczne wykonane ze stali nierdzewnej 1.4571 wyposażone w sodowe źródła światła o mocy 70 W. W całości oświetlenie to pełnić będzie rolę oświetlenia nocnego. Rozmieszczenie opraw oświetleniowych, trasy prowadzenia kabli i przewodów przedstawiono na schemacie wyposażenia tunelu.

3 - Oświetlenie ewakuacyjne w szczególnych przypadkach rolę oświetlenia ewakuacyjnego pełnić będzie oświetlenie nocne wykonane przy pomocy oprawy strefy wewnętrznej. W tym celu układ zasilania tych opraw został wyposażony w UPS- z czasem podtrzymania 2 h. Wszystkie kable i przewody zasilające dobrano jako nie parne w klasie E-90. Koryta kablowe, w których są prowadzone przewody zasilające muszą spełniać wymogi klasy E90. Jeżeli przewody zasilające są prowadzone w kanalizacji kablowej to w wydzielonych otworach tej kanalizacji.

4 - Oświetlenie kierunkowe i dróg ewakuacyjnych wykonane jest przy pomocy specjalnych opraw oświetleniowych montowanych w specjalnych wnękach wykonanych w ścianie środkowej. Oprawy te posiadają podświetlony piktogram z kierunkiem ewakuacji - jedną świetlówkę kompaktowe bd8W. Wszystkie przewody do zasilania tych opraw oświetleniowych prowadzone będą w kanalizacji kablowej bądź rurach ochronnych umieszczonych w ścianach obudowy tunelu.

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 i ST-2. Lokalizację przedstawiono na planie zagospodarowania terenu. Stacje transformatorowe ST-1 i ST-2 wbudowano w budynki obsługi technicznej przy portalu południowym i pomocnym. W pomieszczeniach w/w budynków zlokalizowano poszczególne rozdzielnice zasilające urządzenia wyposażenia technicznego tunelu. Dokładną lokalizację rozdzielnic do zasilania instalacji oświetleniowych i napięcia gwarantowanego przedstawiono na rysunku nr. EWT05.03, EWT-05.04. W budynku stacji transformatorowej ST-1 zlokalizowano rozdzielnice 1RO1 i 1RO2 dla zasilania oświetlenia stref wjazdowych od strony portalu południowego. Rozdzielnice te zasilane będą z różnych sekcji rozdzielnicy głównej niskiego napięcia oznaczonej RG-1 która zasilana jest z dwóch niezależnych ciągów zasilania (dwa transformatory 15/0.4 kV o mocy 400 kVA każdy). W celu zwiększenia pewności zasilania na dopływach do rozdzielnicy RG-1 zabudowano układ SZR. Dzięki takiemu rozwiązaniu rozdzielnice 1RO1-1 i 1RO2 zasilane będą z dwóch niezależnych ciągów.

Ponadto w budynku stacji transformatorowej ST-2 zlokalizowano rozdzielnice 2RO1 i 2RO2 dla zasilania oświetlenia strefy wjazdowej portalu północnego tunelu. Rozdzielnice te zasilane będą z różnych sekcji rozdzielnicy głównej niskiego napięcia oznaczonej RG-2, która zasilana jest z dwóch niezależnych ciągów zasilania (dwa transformatory 15/0.4 kV o mocy 400 kVA każdy). W celu zwiększenia pewności zasilania na dopływach do rozdzielnicy RG-2 zabudowano układ SZR. Dzięki takiemu rozwiązaniu rozdzielnice 2RO1 i 2RO2 zasilane będą z dwóch niezależnych ciągów. Schemat ideowy projektowanego układu zasilania przedstawiono na rysunku nr EWT-05.01.

Wszystkie oprawy oświetleniowe zlokalizowane w strefach wjazdowych tunelu zasilane są naprzemiennie z różnych sekcji rozdzielnic głównej niskiego napięcia tym samym z różnych transformatorów zasilających.

Chwilowy zanik napięcia na którymkolwiek zasilaniu np. (działanie automatyki SZR) spowoduje wygaszenie tylko połowy opraw oświetleniowych wchodzących w skład oświetlenia podstawowego. Normalnie pracować będzie druga połowa opraw (zasilana z drugiego transformatora) oraz oświetlenie ewakuacyjne zasilane z napięcia gwarantowanego (UPS-a) tym samym nie wrażliwa na krótkotrwałe zaniki napięcia zasilającego.

Proponowany układ zasilania oświetlenia stref wjazdowych pozwoli ograniczyć skutki krótkotrwałych zaników zasilania, w sytuacjach awaryjnych spadek luminancji nie powinien przekraczać około 30 % w stosunku do wartości występującej bezpośrednio przed awarią.

W rozdzielnicach oznaczonych 1RO1 do 2RO2 projektuje się zainstalowanie aparatury zasilającej i sterowniczej dla zasilania oświetlenia stref wjazdowych tunelu.

Zgodnie z opinią rzeczoznawcy do spraw p.poż. oświetlenie to powinno być wyłączane głównym wyłącznikiem p.poż.. Dla zasilania oświetlenia ewakuacyjnego i instalacji bezpieczeństwa w tunelu zaprojektowano wydzieloną sieć zasilania gwarantowanego. Do zasilania tej sieci zaprojektowano dwa UPS-y o mocy jednostkowej 30 kVA i czasie podtrzymania 2 godz.

UPS-y zlokalizowane są w stacjach transformatorowych ST-1 i ST-2. Sposób pracy tej sieci przedstawiono na rysunku nr EWT-05.01.

W każdej niszy sygnalizacyjnej zlokalizowano rozdzielnicę przyłączoną do sieci zasilania gwarantowanego. Ponieważ sieć ta zasila oświetlenie ewakuacyjne, system monitoringu, nagłośnienia oraz systemy pomiaru zanieczyszczeń w tunelu musi być wykonana kablami nie palnymi klasy E90. W celu zapewnienia odpowiedniej niezawodności szczególnie w czasie pożaru w całości prowadzona jest w osobnych strefach pożarowych poza strefą pożarową tunelu. W stanach awaryjnych szczególnie w czasie pożaru dowodzący akcją ratowniczą będzie mieć możliwość wyłączenia zasilania tej sieci przez wyłączenie głównego wyłącznika prądu osobno dla każdej nitki tunelu. Po zadziałaniu głównego wyłącznika prądu sieć ta pozbawiona zostanie zasilania poprzez wyłączenie wyłączników w rozdzielnicach zasilających 1RE i 2RE zlokalizowanych w stacjach transformatorowych.

Układ sterowania

1 - Oświetlenie stref wjazdowych - wymagana luminancja tego oświetlenia jest bardzo mocno uzależniona od luminancji oświetlenia zewnętrznego. Z tego powodu oświetlenie to sterowane będzie automatycznie w zależności od luminancji oświetlenia zewnętrznego zmierzonego kamerą luminancji zlokalizowaną na ostatnim słupie oświetlenia drogowego przed portalami tunelu. Dla każdej strefy wjazdowej przewidziano niezależny pomiar kamerą luminancji i osobne układy sterowania oświetlenia.

Do regulacji oświetlenia przewiduje się zastosowanie przekształtników typu varLUM. Przekształtniki te umożliwiają w sposób ciągły regulację sodowych źródeł światła w zakresie od 20 do 100%. Ten sposób regulacji jest bardzo efektywny i pozwala na ograniczenie ilości zużywanej energii elektrycznej.

Wszelkie zmiany luminancji wykonywane będą automatycznie przez centralny system sterowania.

2 - Oświetlenie strefy wewnętrznej zgodnie z polskimi normami oświetlenie strefy wewnętrznej tunelu nie może być gorsze niż oświetlenie dróg dojazdowych do tunelu. Na podstawie przeprowadzonej symulacji komputerowej dobrano odpowiednią ilość opraw oświetleniowych wyposażonych w sodowe źródła światła 70W. Ilość i rozmieszczenie opraw została tak dobrana aby nie było potrzeby sterowania tym oświetleniem. W normalnym układzie pracy wszystkie oprawy oświetleniowe są załączone. Dzięki zastosowaniu odpowiedniego

układu zasilania oświetlenia to będzie również pełnić rolę oświetlenia ewakuacyjnego, które jest niezbędne dla zapewnienia bezpieczeństwa użytkownikom.

3 - Oprawy oświetlenia ewakuacyjnego są zasilane ze specjalnych centralek oświetlenia ewakuacyjnego zlokalizowanych w mszach ewakuacyjnych. Centraliki te zapewniają ciągłą kontrolę obwodów oświetlenia ewakuacyjnego z sygnalizacją stanów zakłóceń oraz ciągły pomiar rezystancji izolacji całego systemu. Komunikaty o uszkodzeniach są przekazywane do centralnego systemu sterowania.

4 - Oświetlenie kierunkowe dróg ewakuacyjnych obwody zasilające są podłączone do centraliki oświetlenia ewakuacyjnego i są w sposób ciągły monitorowane. Powinno być cały czas załączone. Wyjątek stanowi oświetlenie nisz sygnalizacyjnych, które będzie załączane po otwarciu drzwi do niszy sygnalizacyjnej.

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 drogowym i ewakuacyjnym prowadzona będzie główna szyna połączeń wyrównawczych wykonana kablem jednożyłowym o przekroju 240mm² CU. Główna szyna połączeń wyrównawczych w sposób trwały połączona będzie z uziemieniem otokowym stacji transformatorowej ST-1 i ST-2. Do tej szyny należy w sposób trwały przyłączyć wszystkie urządzenia elektroenergetyczne zlokalizowane w tunelu również oprawy oświetleniowe.

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 bednarki ocynkowanej bądź przewodu miedzianego jednożyłowego zakończonych końcówkami. Łączyć z lokalną szyną połączeń wyrównawczych elementy konstrukcyjne, na których pojawienie się napięcia może spowodować porażenie i które zgodnie z przepisami podlegają ochronie przeciwporażeniowej. Przewodu ochronny PE na całej długości nie wolno przerywać, wszelkie podłączenia należy wykonywać połączeniami śrubowymi z zastosowaniem podkładek sprężystych. Przy połączeniach przewodów aluminiowych z miedzianymi lub z zaciskami mosiężnymi stosować podkładki Al-Cu. Projektowane rozdzielnice połączyć należy z siecią połączeń wyrównawczych w budynkach stacji transformatorowych. Należy zwrócić uwagę na staranne wykonanie sieci połączeń wyrównawczych w celu niedopuszczenia do przerw w odwodzie ochronnym.

Uwagi końcowe

Niezależnie od treści powyższego opisu technicznego Wykonawca w trakcie realizacji inwestycji zobowiązany jest do przestrzegania aktualnie obowiązujących norm i przepisów, a wszystkie prace należy wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych ; tom V - Instalacje elektryczne” (Wydawnictwo „Arkady” - Warszawa 1988 r).

Po zrealizowaniu inwestycji należy dokonać sprawdzenia odbiorczego (ogłędziny i próby) poprawności wykonanych prac instalacyjnych zgodnie z normą PN-1EC: 60364-6-61: 2000.

Kable przewody do zasilania instalacji oświetleniowych prowadzone będą przez różne strefy pożarowe, przekroczenie każdej strefy pożarowej związane jest z koniecznością wykonania przepustów kablowych pożarowych o odporności ogniowej F2 (EI 120). Wszystkie przepusty kablowe pożarowe należy wykonać przy zastosowaniu zaprawy ogniochronnej. W czasie montażu należy ściśle przestrzegać wszystkie zaleceń producenta.

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

- Obwody oświetlenia nocnego (awaryjnego) umożliwiają załączenie pojedynczego źródła w oprawie 2x70W. Szczegóły zasilania dotyczące oświetlenia awaryjnego zostały przedstawione w dokumentacji powykonawczej nr 018/2008 pt.: „Dokumentacja powykonawcza nr 018/2008. Budowa Drogi Ekspresowej S-69 BIELSKO-BIAŁA – ŻYWIEC – ZWARDÓN. Odcinek C2: SZARE – LALIKI KM 40+475 – KM 43+155,74. T11.01.08 – System sterowania”.
- Dokonano ponownego doboru i projektu rozmieszczenia opraw oświetleniowych. W związku z powyższym zmieniono również plan instalacji kablowej. Niniejsza dokumentacja powykonawcza uszczegóławia rozwiązania dotyczące doboru, rozmieszczenia zasilania oraz instalacji kablowej.
- Obwody oświetlenia ewakuacyjnego umożliwiają zapalenia źródła 150W niezależnie od lamp podświetlających piktogramy. Lampy 150W mają za zadanie oświetlenie drogi ewakuacyjnej tylko w czasie pożaru. Szczegóły zasilania dotyczące oświetlenia ewakuacyjnego zostały przedstawione w dokumentacji powykonawczej nr 018/2008 pt.: „Dokumentacja powykonawcza nr 018/2008. Budowa Drogi Ekspresowej S-69 BIELSKO-BIAŁA – ŻYWIEC – ZWARDÓN. Odcinek C2: SZARE – LALIKI KM 40+475 – KM 43+155,74. T11.01.08 – System sterowania”.
- Zmieniono nazwy:
 - z 1RO1 i 1RO2 na ST1.20 i ST1.21,
 - z 2RO1 i 2RO2 na ST2.20 i ST2.21.
- Szafy ST1.20 i ST2.20 zasilono z dwóch różnych sekcji rozdzielni, odpowiednio RG-1 i RG-2. Wykonano schematy zasadnicze oraz plan łączy wymienionych szaf.
- Zrezygnowano z zastosowania opraw z przekształtnikami variLUM. W zamian zastosowano oprawy o zróżnicowanych wartościach mocy, świecące przy zasilaniu na 100% lub 50% mocy i podzielone w 4 osobne ciągi. Rozwiązanie takie zapewnia spełnienie wymaganych parametrów natężenia oświetlenia.
- Oprawy oświetleniowe nie zostały połączone z główną szyną uziemiającą. Spełnienie warunków ochrony przeciwporażeniowej gwarantuje przewód PE kabli zasilających i sterujących każdą oprawę.
- Zastąpiono rysunki:
 - a) EWT 04 00-1 Schemat wyposażenie - oświetlenie - rzut
 - EWT 04 00-2 Schemat wyposażenie - oświetlenie - rzut
 - zastąpiono rysunkami CA-01/LAL/T04-6-601 arkusz 1 i 2
 - b) EWT 04 02 Schemat ideowy rozdzielnicy 1RO1
 - EWT 04 03 Schemat ideowy rozdzielnicy 1RO2
 - zastąpiono rysunkiem CA-01/LAL/T04-6-101
 - c) EWT 04 04 Schemat ideowy rozdzielnicy 2RO1
 - EWT 04 05 Schemat ideowy rozdzielnicy 2RO2
 - zastąpiono rysunkiem CA-01/LAL/T04-6-102
 - d) EWT 04 06 Schemat ideowy rozdzielnicy w niszach ewakuacyjnych 1.4 RE
 - EWT 04 07 Schemat ideowy rozdzielnicy w niszach ewakuacyjnych 1.2 REE
 - objęto odrębnymi opracowaniami.

III.5.1. Kalkulacja oświetlenia w tunelu drogowym w ciągu Drogi Ekspresowej S-69 Żywiec - Zwardoń w Lalikach

A. Parametry geometryczne tunelu.

Tunel drogowy

szerokość nawy w świetle skrajni – 9,40 m

wysokość w osi – 6,50 m

długość – 678 m

Tunel ewakuacyjny

szerokość nawy w świetle skrajni – 2,8 m

wysokość w osi – 4,0 m

długość – 676 m

B. Wymagania dotyczące oświetlenia.

B.1. Oświetlenie tunelu drogowego w ciągu dnia.

Przy wjeździe do tunelu osoby prowadzącej pojazd są zaadaptowane do wysokiego poziomu luminancji (jasności) przy świetle dziennym. Ponieważ poziom luminancji w tunelu jest znacznie niższy niż na zewnątrz to nie widać żadnych szczegółów tunelu ani ewentualnych przeszkód. W przypadkach skrajnych kierowca widzi wjazd do tunelu jako czarny otwór. Dlatego poziom oświetlenia musi być dostosowany do możliwości adaptacyjnych ludzkiego oka. Ponieważ oko adaptuje się stopniowo tunel należy podzielić na pięć stref: dojazdową, progową, przejściową, wewnętrzną i wyjazdową. Kluczowe dla bezpieczeństwa ruchu jest właściwe oświetlenie strefy progowej. Strefa ta zaczyna się portalem wjazdowym a jej długość jest równa bezpiecznej drodze zatrzymania (hamowania) pojazdu SD.

B.1.1. Podstawowe dane dotyczące tunelu

Dane wejściowe:	prędkość miarodajna	- 80 km/h
	typ ruchu	- dwukierunkowy
	nawierzchnia	- jasny beton „C1”
	współczynnik luminancji	- 0,1
	szerokość jezdni	- 2 x 3,5 m
	natężenie ruchu	- 180-350 pojazdów/h/pas
	wjazdy, wyjazdy	- brak
	rodzaj ruchu	- pojazdy mechaniczne >15% ciężarówek
	L_w/L_F	- $L_w > 0,8 L_F$
	współ. zapasu	- 1,4

B.1.2. Obliczenie bezpiecznej drogi zatrzymania SD. Obliczenia przeprowadzono w oparciu o metodę opisaną w publikacji CIE 88:2004 Aneks A.2.

$$SD = u \cdot t_0 + u^2 / 2 \cdot g \cdot (f \pm s) \quad \text{gdzie}$$

u – prędkość maksymalna pojazdu – 80 km/h

t_0 – czas reakcji (przyjęto 1s)

g – 9,81 m/s²

f – współ. tarcia. Wg diagramu A.2.2

$$f_{\text{mokra}} = 0,31, f_{\text{sucha}} = 0,57$$

s – tangens kąta pochylenia jezdni = 0,04

Kierunek jazdy – na południe (do Zwardonia)

$$SD_{\text{mokra}} = 22,22 \cdot 1 + 22,22^2 / 2 \cdot 9,81 \cdot (0,31 - 0,04) = 115,4 \text{ m}$$

$$SD_{\text{sucha}} = 22,22 \cdot 1 + 22,22^2 / 2 \cdot 9,81 \cdot (0,57 - 0,04) = 70 \text{ m}$$

Kierunek jazdy – na północ (do Żywca)

$$SD_{\text{mokra}} = 22,22 \cdot 1 + 22,22^2 / 2 \cdot 9,81 \cdot (0,31 + 0,04) = 94,0 \text{ m}$$

$$SD_{\text{sucha}} = 22,22 \cdot 1 + 22,22^2 / 2 \cdot 9,81 \cdot (0,57 + 0,04) = 63,5 \text{ m}$$

Do dalszych obliczeń przyjęto długość bezpiecznej drogi zatrzymania $SD_w = 120 \text{ m}$

B.1.3. Obliczenie wymaganych parametrów oświetleniowych dla strefy progowej wg RABT/2003

I. Klasyfikacja tunelu -

Waga

ruch dwukierunkowy
tylko pojazdy samochodowe
ilość pojazdów – 180-350
brak wjazdów
>15% ciężarówek
 $L_w > 0,8 L_F$
wizualny komfort

4

0

1

0

2

Suma

7

II. Wymagana luminancja w strefie progowej

$$L_{th} = k \cdot L_{20}$$

III. Wartość L_{20}

Wartość luminancji w strefie progowej L_{th} jest funkcją luminancji w strefie dojazdowej. Dla celów projektowych najnowsze wytyczne zawarte w publikacji CIE 88:2004 w aneksie A.1 opisują sposób obliczania wartości luminancji w strefie dojazdowej metodą L_{20} . Gdzie L_{20} jest to średnia wartość luminancji w stożkowym obszarze $2 \times 10^\circ$ o środku w punkcie bezpiecznej drogi zatrzymania (SD) od wjazdu do tunelu.

Metoda uproszczona wg tabeli A/1 na podstawie wizualizacji wjazdów do tunelu.

Wjazd północny – udział nieba w polu widzenia 18%

Wjazd południowy – udział nieba w polu widzenia 27%

Jasność w polu widzenia: wjazd północny – wysoka
wjazd południowy - niska

Droga hamowania – wg pkt. B.1.2. $SD_w = 120 \text{ m}$

Wjazd północny L_{20} (interp.) = 5500 cd/m²,

Wjazd południowy L_{20} (interp.) = 4500 cd/m²

IV. Współczynnik „k” wg tab. 2/2 (RABT 2003)

waga

7

SD_w (droga hamowania)

120m

oświetlenie symetryczne

„k” (interpolacja)

0,04

V. Wartość wymaganej luminancji w strefie progowej

Wjazd północny $L_{th} = k \cdot L_{20} = 0,04 \times 5500 = 220 \text{ cd/m}^2$

Wjazd południowy $L_{th} = k \cdot L_{20} = 0,04 \times 4500 = 180 \text{ cd/m}^2$

B.1.4. Oświetlenie strefy przejściowej.

Na odcinku przejściowym następuje spadek wartości luminancji tak aby na końcu tego odcinka osiągnąć poziom typowy dla strefy wewnętrznej tunelu. Spadek ten musi być

zgodny z przebiegiem krzywej podanej w publikacji CIE 88:2004, rys.6.6. Wówczas stopień redukcji luminancji pomiędzy kolejnymi punktami strefy będzie mniejszy niż 3:1. Strefę przejściową dzieli się na tyle punktów ile sekund trwa przejazd przez strefę z prędkością miarodajną. Dla prędkości 80km/h pojazd w ciągu 1s pokonuje ok. 22,2m. W obliczeniach strefę przejściową podzielono na odcinki o długości 50m (dystans dla 2s) tak aby uzyskana wartość średniej luminancji na tym odcinku była miarodajna dla czasów $t_1=1s$, $t_3=3s$, $t_5=5s$, $t_7=7s$, $t_9=9s$.

$$L_{tr} = L_{th} \times (1,9 + 1)^{-1,4}$$

Kierunek jazdy – na południe (do Zwardonia)

Wartość wymagana Wartość obliczona

L_{th}	220,0 cd/m ²
L_{tr} dla $t_1=1s$	49,5 cd/m ²
L_{tr} dla $t_3=3s$	23,7 cd/m ²
L_{tr} dla $t_5=5s$	14,7 cd/m ²
L_{tr} dla $t_7=7s$	10,3 cd/m ²

W załączonej kalkulacji

222,0 cd/m ²
63,3 cd/m ²
28,0 cd/m ²
17,2 cd/m ²
10,8 cd/m ²

Kierunek jazdy – na północ (do Żywca)

Wartość wymagana Wartość obliczona

L_{th}	180,0 cd/m ²
L_{tr} dla $t_1=1s$	40,5 cd/m ²
L_{tr} dla $t_3=3s$	19,5 cd/m ²
L_{tr} dla $t_5=5s$	12,0 cd/m ²
L_{tr} dla $t_7=7s$	8,4 cd/m ²

W załączonej kalkulacji

187,0 cd/m ²
59,7 cd/m ²
24,0 cd/m ²
15,6 cd/m ²
8,9 cd/m ²

Strefa przejściowa kończy się tam gdzie wartość luminancji jest mniejsza od trzykrotnej wartości luminancji wewnątrz tunelu.

B.1.5. Oświetlenie strefy wewnętrznej wg RABT 2003.

Wymagana luminancja w strefie wewnętrznej tunelu.

waga	7
SD_w (droga hamowania)	120m
L_i	3,0 cd/m ²

B.2. Oświetlenie tunelu drogowego w nocy.

Wymagana luminancja w nocy = luminancja na drodze dojazdowej i wylocie z tunelu.

$$L_N = \begin{matrix} \text{wymagana luminancja na drodze} - 2 \text{ cd/m}^2 \\ \text{wymagana luminancja w tunelu} - 2 \text{ cd/m}^2 \end{matrix}$$

Oprawy oświetlenia dziennego systemu ILS będą pełniły rolę oświetlenia nocnego.

B.3. Oświetlenie tunelu ewakuacyjnego.

Wymagania oświetleniowe dla tunelu ewakuacyjnego określono na podstawie normy PN-EN 13201-2. Rozdział 6 normy podaje wymagania dla dróg ewakuacyjnych przeznaczonych dla pieszych.

Dla klasy S-1 wymagane jest poziome natężenie oświetlenia > 15 luxów przy równomierności > 0.6

C. Zestawienie wyników obliczeń.

Parametr	Wartość wymagana	Wartość obliczona W załączonej kalkulacji
----------	------------------	--

ILS

1. Luminancja	3,0 cd/m ²	4,5 cd/m ²
2. Równ. ogólna lumin.	> 0,50	0,65
3. Równ. liniowa lumin.	> 0,70	0,74

Wartość wymagana

Wartość obliczona
W załączonej kalkulacji**TLS****Portal północny**

1. Luminancja w strefie progowej – 1 połowa	220 cd/m ²	222 cd/m ²
2. Luminancja w strefie progowej – 2 połowa	155 cd/m ²	161 cd/m ²
2. Równomierność lumin.	> 0,60	0,70

Portal południowy

1. Luminancja w strefie progowej – 1 połowa	180 cd/m ²	187 cd/m ²
2. Luminancja w strefie progowej – 2 połowa	127 cd/m ²	135 cd/m ²
2. Równomierność lumin.	> 0,60	0,81

Nocne

1. Luminancja	2,0 cd/m ²	2,27 cd/m ²
2. Równ. ogólna lumin.	> 0,40	0,65
3. Równ. liniowa lumin.	> 0,60	0,71

Tunel ewakuacyjny

1. Natężenie oświetlenia	15 luxów	27 luxów
2. Równ. ogólna lumin.	> 0,6	0,63

D. Opis proponowanych rozwiązań oświetleniowych**Wewnętrzny system oświetleniowy (ILS) + oświetlenie nocne**

Oprawy **SRX V4A DD 2xSON-T70 T305 IC SP 4xPG16 ST ZRX208** wyposażone w reflektory symetryczne oraz 2 wysokoprężne lampy sodowe SON-T Plus 70W. Cechy techniczne proponowanych opraw odpowiadają wymaganiom specyfikacji technicznej (szczegóły w SST).

Oprawy będą zamontowane w jednym rzędzie wzdłuż osi podłużnej tunelu przez cały jego długość. Montaż opraw przy pomocy 4 wsporników podtrzymujących typu ZRX. Ukierunkowanie opraw naprzemienne tzn. co druga oprawa będzie skierowana w stronę przeciwną jezdni. W oświetleniu nocnym wykorzystuje się pojedynczą lampę natomiast w oświetleniu dziennym obydwie.

Ilość opraw SRX V4A DD **2xSON-T70 T305**

szt. 42szt.

Wjazdowy system oświetleniowy (TLS)

Oprawy **SRX V4A DD 1xSON-T400(250,150,100) T305 ICR SP 2PG16 2PG12 ST ZRX208** wyposażone w reflektory symetryczne oraz wysokoprężne lampy sodowe SON-T Plus.

Cechy techniczne proponowanych opraw odpowiadają wymaganiom specyfikacji technicznej (szczegóły w SST).

Oprawy będą zamontowane w jednym rzędzie wzdłuż osi podłużnej tunelu w strefach wjazdowych. Montaż opraw przy pomocy 4 wsporników podtrzymujących typu ZRX.

Długość strefy progowej wynosi 120m i jest ona równa długości drogi hamowania pojazdów wewnątrz tunelu przy prędkości miarodajnej wynoszącej 80km/h i mokrej nawierzchni.

Ilość opraw SRX V4A DD SON-T 400W CR - 138szt.

portal północny	74szt.	portal południowy	64szt.
-----------------	--------	-------------------	--------

Ilość opraw SRX V4A DD SON-T 250W CR - 17szt.

portal północny	10szt.	portal południowy	7szt.
-----------------	--------	-------------------	-------

Ilość opraw SRX V4A DD SON-T 150W CR - 18szt.

portal północny	9szt.	portal południowy	9szt.
-----------------	-------	-------------------	-------

Ilość opraw SRX V4A DD SON-T 100W CR - 15szt.

portal północny	7szt.	portal południowy	8szt.
-----------------	-------	-------------------	-------

Oprawy wjazdowego systemu oświetlenia wyposażone zostaną w urządzenia umożliwiające redukcję strumienia świetlnego w zakresie 100%/50%. Oprawy wyposażone są w zacisk do którego należy podłączyć żyły sterownicze podające sygnał sterujący.

E. Cechy techniczne oferowanych opraw.**Obudowa lampy – stal nierdzewna austenityczna V4A, niemalowana**

Szyba – szkło wzmocnione, hartowane, obracana o 90° przy otwieraniu

Reflektor – czyste aluminium, polerowany, symetryczne.

Wsporniki montażowe – stal austenityczna, nierdzewna

Temperatura otoczenia od -25°C do +35°C

Napięcie – 230V

Źródła światła – sodowe wysokoprężne o podwyższonym strumieniu świetlnym i zwiększonej odporności na drgania (SON-T PLUS PIA)

System oświetleniowy tunelu ewakuacyjnego

Oprawy **CRX V4A DD 1xPL-L36W ROT HFP 2PG16 ST ZRX208** wyposażone w reflektory symetryczne oraz energooszczędne świetlówki kompaktowe PL-L 36W/840

Cechy techniczne proponowanych opraw odpowiadają wymaganiom specyfikacji technicznej (szczegóły w SST).

Oprawy będą zamontowane w jednym rzędzie wzdłuż osi podłużnej tunelu ewakuacyjnego

w odstępach co 8m. Montaż opraw przy pomocy 4 wsporników podtrzymujących typu ZRX.

Ilość opraw - CRX V4A DD PL-L36W/840 ROT HFP - 98szt.

Sterowanie oświetleniem.

Oświetleniem stref wjazdowych w tunelu drogowym sterować będzie PLC, który na podstawie danych otrzymanych z kamer luminancyjnych, zainstalowanych przed wjazdem i wewnątrz strefy wjazdowej, uruchomi obwód oświetleniowy odpowiadający wymaganiom parametrom oświetleniowym.

Linie opraw umieszczonych nad każdym pasem ruchu należy zasilić naprzemiennie wykorzystując fazy L1, L2, L3. Rozdział poszczególnych odwodów zgodnie z rysunkiem „Tunel Laliki oświetlenia”

100% (ST1-100%, ST2-100%, ST3-100%, ST4-100%)
87% (ST1-50%, ST2-100%, ST3-100%, ST4-100%)
75% (ST1-50%, ST2-50%, ST3-100%, ST4-100%)
62% (ST1-50%, ST2-50%, ST3-50%, ST4-100%)
50% (ST1-50%, ST2-50%, ST3-50%, ST4-50%)
37% (ST1-wył., ST2-50%, ST3-50%, ST4-50%)
25% (ST1-wył., ST2-wył., ST3-50%, ST4-50%)
12% (ST1-wył., ST2-wył., ST3-wył., ST4-50%)

Oświetlenie nocne strefy dojazdowej.

Na odcinku dojazdowym do tunelu w nocy należy zapewnić oświetlenie na poziomie zbliżonym do oświetlenia wnętrza tunelu w porze nocnej.

W punkcie B.2. (powyżej) stwierdzono, że luminancja w strefie dojazdowej powinna być nie mniejsza niż 2 cd/m²

Aby to osiągnąć przed wjazdami do tunelu zamontowano reflektory MVP506 ze źródłem SON-T+ 250W oraz głęboko asymetryczną optyką.

Wartości luminancji w strefach dojazdowych wyliczono w załączonej kalkulacji oświetlenia.

III.5.2. Praca oświetlenia wjazdowego**A. Oświetlenie strefy wjazdowej****1. Wykonanie**

Określenie	opisu
Możliwość przełączania stopniowego	8-stopniowa praca w sterowaniu zdalnym 8-stopniowa praca w sterowaniu lokalnym z systemu wizualizacji 4-stopniowa praca w sterowaniu lokalnym z szafy sterowniczej
Pomiary	Kamery luminancji w każdym portalu (przed i w środku tunelu) Kieruje oświetleniem wjazdowym tunelu Dostawa: JES LWAO -10, JES LWAI -500
Licznik godzin pracy	Dla każdego stopnia (przyjęcie wirtualne)

2. Praca lokalna

- Miejscowa (szafka rozdzielcza)
- NSS (przełącznik na miejscu musi stać w pozycji zdalny!)

3. Praca zdalnie EF – punkty przełączeń i histerezy

• Założenie	• przełącznik na miejscowy & NSS na zdalnie • kamera luminancji zewnętrzna i wewnętrzna są aktywne
• Wybór stopnia oświetlenia LDK-	LDK na zewnątrz, porównanie w tabeli punktów załączeń
• Sterowanie	• przez histereze w tabeli punktów załączeń (wartości stałe) • w zależności od zadanego ograniczenia prędkości (czynniki są w tabeli punktów załączeń)

Tabela punktów załączeń EF - oświetlenie

Opis	Zał. [cd/m^2]	Wyl. [cd/m^2]
Poziom 1	350	150
Poziom 2	500	300
Poziom 3	750	500
Poziom 4	1100	800
Poziom 5	1500	1200
Poziom 6	1950	1600
Poziom 7	2400	2000
Poziom 8	2800	2400

Przełączenie EF - oświetlenia

Stopień oświetleniowy	Wiązka 1	Wiązka 2	Wiązka 3	Wiązka 4
Poziom 1	50%	0%	0%	0%
Poziom 2	50%	50%	0%	0%
Poziom 3	50%	50%	50%	0%
Poziom 4	50%	50%	50%	50%
Poziom 5	100%	50%	50%	50%

Stopień oświetleniowy	Wiązka 1	Wiązka 2	Wiązka 3	Wiązka 4
Poziom 6	100%	100%	50%	50%
Poziom 7	100%	100%	100%	50%
Poziom 8	100%	100%	100%	100%

4. Korekcja stopnia oświetlenia

Po 15 minutach od włączenia stopnia oświetleniowego (cykl sprawdzania odbywa się co 15 minut), następuje kontrola czy lokalnie zmierzona wartość oświetlenia LDK odpowiada aktualnemu stopniowi. Jeśli wartość pomiarowa jest za niska, oświetlenie zostanie przełączone o jeden stopień wyżej i po 15 minutach znowu skontrolowane. Kontrola i korekta następuje tylko, kiedy nie występuje żadne zakłócenie pracy zewnętrznej kamery LDK.

5. Praca zdalnie EF - program awaryjny 1: LDK- wartość z innego portalu + faktor korekcji

Założenie	LDK zewnętrzna jest uszkodzona
Opis	<p>Pomiędzy wartością światła zewnętrznego a wartościami z obu wewnętrznych kamer luminancji tworzona jest wartość różnicowa. Wartości te są zapamiętywane gdy kamery są sprawne.</p> <p>Jeśli któraś z kamer ulegnie uszkodzeniu zostanie użyta wartość LD z drugiego portalu wraz z zapamiętaną wartością różnicy między kamerami.</p> <p>Sterowanie odbywa się wtedy na podstawie tak obliczonych wartości. W programie stworzona zostaje wirtualna tabela dzienna w 30 minutowych przedziałach z której pobierane są potrzebne wartości.</p>

6. Praca zdalnie EF - program awaryjny 2: Sterowanie na podstawie wartości zapamiętanych

Założenie	LDK wewnętrzna i zewnętrzna są uszkodzone
Opis	Przełączenia zakresów na podstawie wartości zapamiętanych (wartości LDK gdy kamery są sprawne zapamiętywane są cyklicznie co 15 minut przez ostatnie 24 godziny, wartości te są zapisywane w rejestrze przesuwym)

B. Oświetlenie przejazdowe

• Licznik godzin pracy	Dla każdego rzędu na odcinkach (wirtualnie 2 rzędy w 4 odcinkach na rurę)
------------------------	---

1. Praca lokalna

- Na miejscu (szafka rozdzielcza)
- NSS (przełącznik na miejscu musi stać się na zdalnie!)

2. Sterowanie zdalne DF- oświetlenie

- Założenia

Przełącznik na miejscu i przełącznik NSS na zdalnie

- Używane jest tylko jako źródło w całości
- Źródła są przełączane zależnie od długości pracy oraz awarii. Okres przełączenia jest parametryzowany
- Jeśli następuje przełączenie jednego źródła na inne to świecą oba źródła, aby tunel nie pozostał zaciemniony

C. Sterowanie oświetleniem

- Na sterowanie oświetleniem składa się pomiar światła przed portalem oraz jasność dla pola wokół portalu i wnętrza tunelu w zasięgu wjazdu.
- Wszystkie użyte komponenty dla sterowania (FWUS, FWZ) składają się ze rodziny sterowników Allan-Bradley CONTROLLOGIX i są programowane oraz parametryzowane takim samym programem.

1. Czas rozświetlenia

Jeśli została wybrana grupa lamp, załączone lampy są zasilone pełnym napięciem. Po upływie tego czasu można korzystać z redukcji mocy w oprawach. Czas jest parametryzowany.

Czas rozświetlenia EF: 10Min. [Wartość domyślna]

Czas rozświetlenia DF: 10Min. [Wartość domyślna]

2. Czas przełączający między dwoma stopniami

Po zapaleniu wysokoprężnej lampy sodowej pali się ona tak długo aż nie upłynie jej minimalny czas świecenia. W celu podwyższenia trwałości lamp przedłużono czas ich minimalnego włączenia do wartości 5Min. [Wartość domyślna]

3. Zakłócenia

- Dla każdej grupy lamp jest bezpiecznik, informacja ze styków pomocniczych tego bezpiecznika są przekazywane do sterowania oświetleniowego. Przy zadziałaniu któregoś z bezpieczników zostaje przekazany meldunek o zakłóceniu
- Przy zakłóceniu sterowaniem oświetleniem zostaje przekazana informacja do sterownika „Zakłócenie oświetlenia”
- Dla każdej grupy lamp EF i DF są bezpieczniki, informacja ze styków pomocniczych tego bezpiecznika są przekazywane do sterowania oświetleniowego. Przy zadziałaniu któregoś z bezpieczników zostaje przekazany meldunek o „zakłócenie oś. EF”, „zakłócenie oś. DF”

4. LOKALNIE / ZDALNIE

Miejscowe rozkazy zadawane lokalnie mogą zostać wyprowadzone tylko, kiedy przełącznik na szafce rozdzielczej stoi w pozycji "LOKALNIE".

Przy przełączeniu z "ZDALNE" na "LOKALNIE" wykonywane zadania trwają tak długo dopóki nie nastąpi przełączenie poziomu oświetlenia z szafy sterowniczej. Przy połączeniu z powrotem z "LOKALNEGO" na "ZDALNIE" rozkazy systemu sterowania automatycznego wykonywane są po upływie minimalnego czasu przełączenia.

Minimalny czas przełączenia jest aktywny również podczas pracy lokalnej.

W położeniu "ZDALNIE" są obrabiane rozkazy sterownika. Aby odpowiednie poziomy były przełączane automatycznie w zależności luminancji czynnej, NSS musi być przełączony w pozycję "NSS ZDALNIE".

Podczas normalnej pracy to przełączenie winno być zawsze załączone .

W przypadku przełączenia przełącznika na szafce rozdzielczej na „WYŁ” wszystkie wyjścia przełącznika zostają wyłączone.

Oświetlenie wjazdu jest podzielone na osiem stopni.

Licznik godziny pracy jest przyporządkowany każdemu pojedynczemu stopniowi.

Na szafce rozdzielczej przy oświetleniu wjazdowym mogą być wybrane tylko 4 stopnie, wszystkie 8 stopni można wybrać przy sterowaniu ze sterownika NSS.