ADAPTACJA PROJEKTU POWYKONAWCZEGO

Jednostka projektowa:	**Lider konsorcjum** **MAREL Sp. z o.o.** **ul. Jaśkowa Dolina 15/18, 80-252 Gdańsk** **Partner konsorcjum** **MAREL Marcin Szczęsny** **ul. Jaśkowa Dolina 15/15, 80-252 Gdańsk** **Kontakt: e-mail: biuro.marel@gmail.com, tel. 792-506-711**			
Nazwa zamówienia:	**WYMIANA OPRAW OŚWIETENIA OGÓLNEGO I AWARYJNEGO W TUNELU POD MARTWĄ WISŁĄ W GDAŃSKU**			
Inwestor:	**Gdański Zarząd Dróg i Zieleni** **ul. Partyzantów 36, 80-254 Gdańsk**			
Zakres opracowania:	**Pełniona funkcja projektowa**	**Imię i nazwisko, specjalność i numer uprawnień budowlanych**	**Data opracowania**	**Podpis**
Sieć oświetleniowa	**Projektant**	**Marcin Szczęsny, upr. bud.: POM/0191/POOE/14, specjalność instalacyjna w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektr. i elektroenerget.**	**Październik 2025**	

Spis treści

OŚWIADCZENIE 3
UPRAWNIENIA I PRZYNALEŻNOŚCI DO IZB 4
1. CZĘŚĆ OPISOWA 7
1.1. Przedmiot opracowania 7
1.2. Stan istniejący 7
1.3. Stan projektowany 8
2. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA 13
2.1. Wytyczne do projektowania oświetlenia Tunelu 13
2.1.1 Dane do obliczenia oświetlenia tunelu 13
2.1.2 Dane projektowe tunelu 14
2.1.3 Istniejące oświetlenie wjazdowe (adaptacyjne) 14
2.1.4 Zestawienie punktów danych 15
2.2 Założenia wyjściowe 15
2.2.1 Ustalenie luminancji L_{20} na obszarach dojazdowych do tunel 15
2.2.2 Obliczenie wartości utrzymania dla odcinka zasięgu widoczności (L_{th}) 17
2.2.3 Obliczenie wartości utrzymania odcinka przejściowego (Ltr) 17
2.2.4 Określenie luminacji jezdni na odcinku wewnątrz tunelu (L_{in}) 17
2.2.5 Równomierność podłużna luminacji (U_l i U_0) 17
2.2.6 Analiza możliwości zasilania wymienianych opraw z istniejącej sieci oraz kalkulacja zwrotu inwestycji 18
2.2.7 Analiza czasu dostawy materiałów oraz wymiany opraw 19
3. OPIS SYSTEMU STEROWANIA I REGULACJI INSTALACJI OŚWIETLENIOWEJ W TUNELU 20
3.1. Oświetlenie wjazdu do tunelu 20
3.2. Oświetlenie przejazdowe 20
3.3. Oświetlenie awaryjne 21
4. OCHRONA OD PORAŻEŃ PRĄDEM ELEKTRYCZNYM W SIECI NN 21
5. ZESTAWIENIE MATERIAŁOWE 22
5.1. Uwagi 22
6. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA 24
7. INWENTARYZACJA STANU ISTNIEJĄCEGO – TABELA NR 1 27
8. CZĘŚĆ RYSUNKOWA 29

OŚWIADCZENIE

Ja niżej podpisany oświadczam, że niniejszy projekt **„Wymiana opraw oświetlenia ogólnego i awaryjnego w tunelu pod Martwą Wisłą w Gdańsku”** został opracowany zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

Zawartość projektu budowlanego spełnia wymagania Rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021r. (z późniejszymi zmianami) w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego dokumentacja projektowa jest kompletna z punktu widzenia celu jakiemu ma służyć.

Projektant:

mgr inż. MARCIN SZCZĘSNY

upr. bud. do projektowania bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci,
instalacji i urządzeń elektrycznych
i elektroenergetycznych POM/0191/POOE/14

Gdańsk, 30.10.2025r.

UPRAWNIENIA I PRZYNALEŻNOŚCI DO IZB

POMORSKA OKRĘGOWA
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA
80-369 Gdańsk, al. Rzeczypospolitej 4/155
Tel. 58-324-89-77, fax 58-301-44-98
- 1 -

Gdańsk, dnia 29 grudnia 2014 r.

sygn. akt. 214/POM/OKK/14

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

D E C Y Z J A

mgr inż. Marcin Szczęsny
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci,
instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
nr ewidencyjny POM/0191/POOE/14

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (t. j. Dz. U. z 2013 r. poz. 932 ze zm.) **i art. 12 ust. 2, ust. 3 i ust. 4c pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 4c** ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2013 r., poz. 1409 ze zm.) oraz **§ 10 i § 14 ust. 5** rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278) i art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (t. j. Dz. U. z 2013 r., poz. 267 ze zm.), po ustaleniu, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym,

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
stwierdza, że:

Pan MARCIN SZCZĘSNY
magister inżynier elektrotechniki
urodzony dnia 20.05.1984 r. w Kętrzynie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny: POM/0191/POOE/14

do projektowania bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych

U Z A S A D N I E N I E

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pan Marcin Szczęsny upoważniony jest :

I. Na podstawie art. 12 ust.1 pkt 1 i art. 13 ust. 4 ustawy Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2013 r., poz. 1409 ze zm.), w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych, bez ograniczeń do:

a) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
b) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

II. Na podstawie **§ 10 i § 14 ust. 5** rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278) uprawnienia niniejsze uprawniają do :

1) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności niniejszych uprawnień,
2) do projektowania obiektu budowlanego związanego z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

PRZEWODNICZĄCY
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Leszek Niedostatkiewicz

CZŁONEK
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
prof. dr hab. inż. Ziemowit Suligowski

CZŁONEK
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
inż. Eugeniusz Blicharski

Otrzymują:
1.Pan Marcin Szczęsny
80-288 Gdańsk, ul. Piecewska 35/102
2.Okręgowa Rada Izby
3.Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4.aa

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

mgr inż. Marcin Szczęsny
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci,
instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
nr ewidencyjny POM/0191/POOE/14

POLSKA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

POM-MMR-84G-7LI *

Pan Marcin Szczęsny o numerze ewidencyjnym POM/IE/0055/13

adres zamieszkania

jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2025-01-01 do 2025-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-12-10 roku przez:

Krzysztof Wilde, Przewodniczący Rady Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78^1 K.c.
§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.
§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

1. CZĘŚĆ OPISOWA

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wymiany opraw oświetlenia ogólnego i awaryjnego w tunelu pod Martwą Wisłą w Gdańsku. Niniejszy projekt jest adaptacją projektu powykonawczego 2.2.67 Tunel T1, T2 – Oświetlenie ogólne tunelu. Zakres opracowania obejmuje projekt instalacji oświetlenia ogólnego w tunelu, które jest podzielone na:

- oświetlenie adaptacyjne
- oświetlenie przejazdowe
- oświetlenie awaryjne.

Podstawa opracowania:

- podkłady architektoniczno-budowlane
- dokumentacja powykonawcza oświetlenia ogólnego tunelu
- uzgodnienia z Inwestorem
- uzgodnienia międzybranżowe
- wytyczne technologiczne
- obowiązujące normy i przepisy.

1.2. Stan istniejący

Aktualnie tunel T1 (kierunek Marynarki Polskiej) jest oświetleny przez 111 opraw oświetlenia przejazdowego (ozn. DF) oraz 105 opraw oświetlenia wjazdowego/adaptacyjnego (ozn. EF). Tunel T2 (kierunek Ku Ujściu) jest oświetleny przez 117 opraw oświetlenia przejazdowego (ozn. DF) oraz 126 opraw oświetlenia wjazdowego/adaptacyjnego (ozn. EF). Łącznie w obu tunelach oświetlenie adptacyjne to 231 opraw a oświetlenie przejazdowe to 228 opraw – co daje razem 459 opraw. Na rys. 1-5 zostały oznaczone kolejno nr opraw oświetleniowych z podziałem na ich funkcję (wjazdowe czy przejazdowe) wraz z nr rodzielnicy i nr obwodu zasilającego daną oprawę. Oprawy oświetleniowe oświetlenia przejazdowego i wjazdowego/adaptacyjnego zainstalowano na całej długości tunelu, w jednym rzędzie na stropie tunelu, nad pasem ruchu zwykłego.

Inwentaryzacje stanu istniejącego opraw oświetleniowych przedstawiono w tabeli w pkt. 7 opisu.

1.3. Stan projektowany

Wymianę istniejących opraw oświetleniowych na oprawy LED należy wykonać w miejscu istniejących opraw z wykorzystaniem istniejących już kotew typu Hilti HKD-SR M8/30 (zabrania się wykonywania nowych otworów w tunelu). W związku z faktem, iż wymieniane oprawy oświetleniowe posiadają moc znacznie niższą niż istniejące (blisko 2 krotnie niższą) istniejące kable zasilające bądą odpowiednie do zasilenia nowcyh oprach LED i nie projektuje sie ich wymiany. Istniejące zabezpieczenia w rozdzielnicach elektrycznych (prod. Siemens typu Sentron 5SL6 C10A) pozostawia się bez zmian. Korpus oprawy, klapy rewizji, radiator oraz wszystkie elementy mocowania klosza, powinny być wykonane z materiału zapewniającego klasę odporności antykorozyjnej co najmniej C4, odporną na warunki morskie (np. ze stali nierdzewnej ST316 lub odlew ze stopu aluminium, w całości anodowany). Dodatkowo obudowa zabezpieczona farbą proszkową

Poniżej przykładowe obliczenia wykazujące brak potrzeby wymiany istniejącego oprzewodowania i zabezpieczeń:

- Obliczenia przed wymiana opraw istniejących

Wyniki obliczeń skuteczności ochrony od porażeń:

Element	Opis	l [m]	Zabezpieczenie	Opis zabezpieczenia	Czas zadziałania [s]	Zs [Ω]	Ia [A]	Zs*Ia [V]	Tolerancja[V]	U [V]	Zs*Ia≤U	Izw [A]
Istn kabel	YAKY4x 120	100,0	wkładka topikowa	WTNH 1 gF 125 A (ETI POLAM)	5,0	0,085	330,4	28,08	±1,12	230	TAK	2 706,8
Istn. kabel	N2XH x5x 16	50,0	wkłakda topikowa	WTNH 1 gF 50 A (ETI POLAM)	0,4	0,222	232,6	51,60	±2,06	230	TAK	1 036,8
Istn. przewód	N2XH 4x4	40,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	0,4	0,674	86,5	58,34	±2,33	230	TAK	341,0
Istn. przewód	N2XH 4x4	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	0,4	0,823	86,5	71,16	±2,85	230	TAK	279,6
Istn. przewód	N2XH 4x4	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	0,4	0,971	86,5	83,99	±3,36	230	TAK	236,9
Istn. przewód	N2XH 4x4	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	0,4	1,119	86,5	96,82	±3,87	230	TAK	205,5
Istn. przewód	N2XH 4x4	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	0,4	1,268	86,5	109,66	±4,39	230	TAK	181,4

OCHRONA OD PORAŻEŃ **JEST SKUTECZNA**

Wyniki obliczeń skuteczności ochrony przed skutkami przeciążeń:

Element	Opis	Sp.ułoż.	l [m]	Zabezpieczenie	Opis zabezpieczenia	IB [A]	In [A]	Iz [A] wg	Iz [A]	IB≤In≤Iz	I2 [A]	Toleranc.[A]	1.45*Iz[A]	I2≤1.45*Iz
Istn kabel	YAKY4x 120	D1	100,0	wkładka topikowa	WTNH 1 gF 125 A (ETI POLAM)	80,0	125,0	norma	177,0	TAK	185,5	±7,4	256,6	TAK
Istn. kabel	N2XH x5x 16	D1	50,0	wkłakda topikowa	WTNH 1 gF 50 A (ETI POLAM)	11,3	50,0	norma	75,5	TAK	78,3	±3,1	109,5	TAK
Istn. przewód	N2XH 4x4	E	40,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	5,1	10,0	norma	40,0	TAK	14,8	±0,6	58,0	TAK
Istn. przewód	N2XH 4x4	E	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	4,5	10,0	norma	40,0	TAK	14,8	±0,6	58,0	TAK
Istn. przewód	N2XH 4x4	E	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	3,9	10,0	norma	40,0	TAK	14,8	±0,6	58,0	TAK
Istn. przewód	N2XH 4x4	E	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	3,0	10,0	norma	40,0	TAK	14,8	±0,6	58,0	TAK
Istn. przewód	N2XH 4x4	E	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	1,9	10,0	norma	40,0	TAK	14,8	±0,6	58,0	TAK

IB - prąd roboczy, Iz - dopuszczalna obciążalność prądow a, In - prąd znamionow y zabezpieczenia, I2 - prąd w yłączalny zabezpieczenia dla czasu długotrw ałego obciążenia

OCHRONA PRZED SKUTKAMI PRZECIĄŻEŃ **JEST SKUTECZNA**

- **Obliczenia po wymiana opraw na LED**

Wyniki obliczeń skuteczności ochrony od porażeń:

Element	Opis	l [m]	Zabezpieczenie	Opis zabezpieczenia	Czas zadziałania [s]	Zs [Ω]	Ia [A]	Zs*Ia [V]	Tolerancja[V]	U [V]	Zs*Ia≤U	Izw [A]
Istn kabel	YAKY4x 120	100,0	wkładka topikowa	WTNH 1 gF 125 A (ETI POLAM)	5,0	0,085	330,4	28,08	±1,12	230	TAK	2 706,8
Istn. kabel	N2XH x5x 16	50,0	wkłakda topikowa	WTNH 1 gF 50 A (ETI POLAM)	0,4	0,222	232,6	51,60	±2,06	230	TAK	1 036,8
Istn. przewód	N2XH 4x4	40,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	0,4	0,674	86,5	58,34	±2,33	230	TAK	341,0
Istn. przewód	N2XH 4x4	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	0,4	0,823	86,5	71,16	±2,85	230	TAK	279,6
Istn. przewód	N2XH 4x4	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	0,4	0,971	86,5	83,99	±3,36	230	TAK	236,9
Istn. przewód	N2XH 4x4	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	0,4	1,119	86,5	96,82	±3,87	230	TAK	205,5
Istn. przewód	N2XH 4x4	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	0,4	1,268	86,5	109,66	±4,39	230	TAK	181,4

OCHRONA OD PORAŻEŃ **JEST SKUTECZNA**

Wyniki obliczeń skuteczności ochrony przed skutkami przeciążeń:

Element	Opis	Sp.ułoż.	l [m]	Zabezpieczenie	Opis zabezpieczenia	IB [A]	In [A]	Iz [A] wg	Iz [A]	IB≤In≤Iz	I2 [A]	Toleranc.[A]	1.45*Iz[A]	I2≤1.45*Iz
Istn kabel	YAKY4x 120	D1	100,0	wkładka topikowa	WTNH 1 gF 125 A (ETI POLAM)	79,4	125,0	norma	177,0	TAK	185,5	±7,4	256,6	TAK
Istn. kabel	N2XH x5x 16	D1	50,0	wkłakda topikowa	WTNH 1 gF 50 A (ETI POLAM)	10,6	50,0	norma	75,5	TAK	78,3	±3,1	109,5	TAK
Istn. przewód	N2XH 4x4	E	40,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	3,1	10,0	norma	40,0	TAK	14,8	±0,6	58,0	TAK
Istn. przewód	N2XH 4x4	E	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	2,7	10,0	norma	40,0	TAK	14,8	±0,6	58,0	TAK
Istn. przewód	N2XH 4x4	E	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	2,3	10,0	norma	40,0	TAK	14,8	±0,6	58,0	TAK
Istn. przewód	N2XH 4x4	E	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	1,8	10,0	norma	40,0	TAK	14,8	±0,6	58,0	TAK
Istn. przewód	N2XH 4x4	E	13,0	Istn wyłącznik	S301 C 10 A (LEGRAND)	1,1	10,0	norma	40,0	TAK	14,8	±0,6	58,0	TAK

IB - prąd roboczy, Iz - dopuszczalna obciążalność prądow a, In - prąd znamionow y zabezpieczenia, I2 - prąd w yłączalny zabezpieczenia dla czasu długotrw ałego obciążenia

OCHRONA PRZED SKUTKAMI PRZECIĄŻEŃ **JEST SKUTECZNA**

W obszarze wentylatorów strumieniowych oprawy oświetleniowe należy zainstalować w ten sposób, aby nie występowało żadne zacienienie przez wentylatory. Oprawy w tym obszarze należy umieścić niżej, przy pomocy odpowiedniej konstrukcji zwieszakowej ze stali nierdzewnej typu ST316. Powyższe oprawy zaznaczono na planie sytuacyjnym (rys. 1-5) kolorem różowym Oznaczenia przedmiotowych opraw to:

- DFT1-21, DFT1-36, DFT1-44, DFT1-59, DFT1-74, DFT1-82, DFT1-97 (w nitce tunelu T1)
- EFT2-123, EFT2-124, DFT2- 21, DFT2-36, DFT2-51, DFT2- 74, DFT2-89 (w nitce tunelu T2).

W związku z tym, że wentylatory mają wysokość 1,5m przyjęto montaż wyżej wymienionych opraw oświetleniowych na konstukcji o wysokości 1,5m. Tym samym oprawa będzie zamocowana na wysokości ok. 5,3m w świetle tunelu (wysokość jej zawieszenia co najmniej na poziomie wentlatora - nie ograniczając skrajni drogowej). Konstukcje wsporczą do opraw oświetleniowych projektuje się jako konstukcje wykonaną z elementów montażowych prefabrykowanych zwykle stosowanych przy montażu koryt kablowych i ich elementów.

Łącznie w obu tunelach projektuje się wymianę 459 opraw oświetleniowych (w tym 14 opraw na specjalnych obniżonych konstukcjach wsporczych). W celu zasilenia opraw należy wykorzystać istniejące okablowanie. **Podczas przeprowadzania oględzin stan okablowania nie wskazywał na potrzebę jego wymiany, jednak należy dodatkowo przyjąć że ok. 3 000 m okablowania będzie podlegało wymianie.**

Oprawy o mocy 220W i 239W są projektowane jako oprawy z redukcją mocy, natomiast oprawy o mocy 95,5W są oprawmi podwójnymi (64,4W i 31,1W) posiadającymi dwa niezależne zasilacze.

Wymienane oprawy oświetleniowe powinny składać się z 2 części. W pierwszej części/obudowie zaprojektowano komorę LED i zasilacza z oprzewodowaniem oraz nr danej oprawy (zachowując istniejący system oznaczenia i numeracji). Dla każdej oprawy zaprojektować tabliczkę numeracyjną z numerem oprawy: wysokość cyfr H = 80 mm, grawer w kolorze czarnym na białym tle. W drugiej częsci//obudowie/puszcze zaprojektowno puszkę strerującą oprawą (zapewniającą możliwość podłączenia 3 fazowego zasilania, przewodu N, 2 żył okablowania sterowania DALI oraz 2 żył przewodów sterowania 230V tj. redukcji mocy oprawy o 50% bądź sygnalizacji awarii). W obudowie z puszką sterującą powinno sie znajdować również zabezpieczneie topikowe gG 2A oprawy oświetleniowej. Puszka sterująca/przyłączeniowa powinna być niezależna od oprawy (dająca możliwość jej niezależnego montażu/demontażu) przytwierdzona do konstrukcji przejściowej pomiędzy oprawą i stropem. Powinna być ona wykonana z materiału Istniejące obudowy powinny zapewnić możliwość podłączenia istniejącego okablowania zasilającego i do redukcji mocy oprawy oraz nowoproejktowanego okablowania systemu DALI. Połączenia pomiędzy dwoma obudowami oraz okablowaniem do obudowy z puszką sterującą powinno być zapewniene poprzez podłączenie/odłączenie okablowanie bez rozkręcenia, za pomocą dedykowanych wtyków uniemożliwiających nieprawidłowe połaczenie ze sobą. Obudowa z komorą LED i zasilacza powinna być zamontowana z wykorzystaniem istniejących 4 kotew typu Hilti HKD-SR M8/30 (zabrania się wiercenia nowych otworów w tunelu). Obudowa z puszką sterującą powinna mieć możliwość montażu/demontażu z obudową z komorą LED należy przewidzieć zamkniecie za pomocą śrub nierdzewnych. Obie obudowy powinny mieć dodatkową możliwość zabezpieczenia przed upadkiem podczas montażu/demontażu poprzez możliwość podpięcia linki zabezpieczającej. Wyzej wymienone puszki/obudowy oraz dławice powinny być one wykonane z materiału zapewniającego klasę odporności antykorozyjnej co najmniej C4, odporną na warunki morskie (np. ze stali nierdzewnej ST316 lub odlew ze stopu aluminium, w całości anodowany), dodatkowo zabezpieczone farbą proszkową.

By ujednolicić rodzaj puszek przyłączeniowych zastosowano 2 typu puszek:

- puszki ozn. 10A (z opcja redukcji mocy) – dla opraw 220W i 239W (posiadających redukcję mocy) oraz również dla opraw 64,4W bez redukcji mocy (redukcja nie jest wykorzystywana)
- puszki ozn. 10B (oprawy awaryjne) – dla opraw podwójnych tj. 64,4W+31,1W (pomimo, że co druga oprawa jest awaryjna zastosowano jeden rodzaj puszki)

W oprawach stosować złączki WAGO przeznaczone do przewodów linkowych. Rozdział opraw na fazy wykonać na podstawie tabeli montażowej.

Przed rozpoczęciem produkacji oprawy należy przygotować prototypy opraw z odpowiednimi puszkami sterującymi oraz przetestować możliwość wsółdziałania z istniejącym

systemem tunelu. Dopiero po uzyskaniu akceptacji GZDiZ jest możliwość kontynuowania procesu produkcji (masowej) oprawy.

W trakcie prowadzenia robót budowlanych należy zwrócić szczególną uwagę na podłączenie prawidłowej fazy i obwodu do danej oprawy (zgodnie z załączoną tabelą) oraz zwrócić uwagę by sterowanie i zasilanie danej oprawy było wykonane na tej samej fazie.

Dodatkowo każda oprawa ma być wyposażona w moduł umożliwiający jej sterowanie przez system DALI. Sterowanie oprawami poprzez system DALI ma działać równolegle z systemem SCADA zapewniając możliwość przeprogramowania zasilaczy oraz lokalizację uszkodzeń.

Systemy DALI i SCADA powinno działać niezależnie (nie projektuje się ingerencji systemów oraz przebudowy szaf sterowania oświetleniem oraz systemu SCADA).

W związku z tym należy wykonać niezależne stanowisko dyspozytorskiego sterowania systemem DALI. W skład stanowiska wchodzi:

- biurko o wymiarach min. 150cmx75cm z szafką z szufladami – 1 kpl.
- egronomiczne krzesło biurkowe obrotowe z regulowanymi podłokietnikami i podparciem na kark oraz podparciem lędźwiowym – 2 szt.
- stanowisko komputerowe – 1 kpl. o parametrach nie gorszych niż:
    - Wysokowydajny procesor Intel Core i7-6700 3,4GHz,
    - system Microsoft Windows 10 Professional Edition, wersja 64-bitowa,
    - pamięć RAM 32 GB (2x16GB),
    - wbudowana dwumonitorowa karta graficzna z pamięcią min. 8GB,
    - wbudowany dysk systemowy SATA min. 4TB,
    - akcesoria: mysz + klawiatura USB,
    - napęd 16X DVD± RW SuperMulti SATA,
    - obudowa z możliwością pracy w poziomie i w pionie,
    - 3 letnia ochrona gwarancyjna z usługą reakcji następnego dnia roboczego,
    - min. 3 porty USB 3.0,
    - 2 monitory przemysłowe do pracy 24h/7:

    o LED MVA min. 27” o rozdzielczości Full HD 1920 x 1080 i kontraście min. 4000:1,

    o format obrazu 16:9 do pracy 24/7 przez okres min. 50 000 h,

    o kąt widzenia w poziomie/w pionie 178°

    o wejścia HDMI, DVI, VGA, CVBS,

    o wejście/wyjście audio,

    o czas reakcji max. 8 ms,

    o technologia zapobiegająca wypalaniu się matrycy przy wyświetlaniu obrazów stałopozycyjnych o zgodność z systemami montażu VESA, napięcie 230V.

    o switch umożliwiający podłączenie min. 8 kabli świtłowodowych każdy 1J oraz komunikację ze stanowiskiem dyspozytorskim

Zestawienie elementów systemu DALI:

- kontoler DALI (zapewniający komunikację pomiędzy stanowiskiem dyspozytorskim a sterownikami DALI) – 6 szt. (po 3 na każdy tunel)
- doposażenie istniejących rozdzienic wentylacji w zabezpieczena typu 5SL5 1P B10A - 6 szt. (zasilanie kontrolera DALI)
- sterowniki opraw DALI (zintergowane w zasilaczach) – 459 szt.
- oprogramowanie wizualizacyjne DALI na komputer PC – 1 kpl.
- kabel Ethernet UTP LSOH (ognioodporny) kat. 5 – 10 m
- kabel światłowodowy SM 1J B2cA – 3600 m
- konwerter sygnału UTP na SFP (RJ45 na światłowód) – 6 szt.
- wzmacniacz sygnału magistrali DALI – 4 szt. (montowany w korytkach w puszcze ogniochronnej)
- kabel BiT 500 (St) CH B2ca 2x1,5mm2 (magistrala DALI) – 7 000 m

Harmonogam wymiany opraw oświetleniowych należy uzgodnić z Inwestorem. Wymiana opraw będzie wymagała opracowania tymczasowej organizacji ruchu na czasowe zamknięcie tunelu. Należy dążyć do tego by czas zamknięcia był jak najkrótszy, a wszelkie roboty budowlane powinny odbywać się w czasie najmniejszego natężenia ruchu drogowego.

Wymienane oprawy oświetleniowe powinny zapewniać pełną integralnośc przy wsółpracy (komunikacji) z istniejącym systemem SCADA. Nie projektuje się jakichkolwiek zmian w tym systemie. Należy zwrócić szczególną uwagę, by prowadzone roboty budowolane i wymieniane oprawy oświetleniowe nie pogarszały funkcjonalności systemu SCADA, płynności jego funkcjonowania czy stabilności pracy systemu.

W przypadku gdy Wykonawca robót budowlanych zauważy usterki bądź będzie miał jakiekolwiek wątpliwości odnośnie istniejącego okablowania (bądź jakiekoliek inne wątpliwości) powinien to zgłaszać każdorazowo do Inwestora.

Na dzień dzisiejszy nie przewiduje się wymiany istniejącego okablowania zasilającego i sterującego oprawami oświetleniowymi.

2. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

2.1. Wytyczne do projektowania oświetlenia Tunelu

2.1.1 Dane do obliczenia oświetlenia tunelu

Za podstawę projektowania instalacji oświetleniowej przyjmuje się następujące parametry:

Klasa drogi	GP (B według przepisów niemieckich)
Dopuszczalna maksymalna prędkość	70km/h
Spadek podłużny na odcinku dojazdowym po stronie Marynarki Polskiej	4%
Uśredniony spadek podłużny na odcinku dojazdowym po stronie Ku Ujściu	3,0% zaokrąglony do 4%
Widoczność na zatrzymanie przy hamowaniu przy portalu Ku Ujściu (według przepisów RAS-L)	90 m
Widoczność na zatrzymanie przy hamowaniu przy portalu Marynarki Polskiej (według przepisów RAS-L)	90 m
Rodzaj ruchu	Ruch jednokierunkowy w każdej z rur
Oświetlenie adaptacyjne	Asymetryczne, przeciwolśnieniowe
Oświetlenie przejazdu w tunelu	Oświetlenie symetryczne
Średni prognozowany dobowy ruch drogowy według prognozy na rok 2035	55000 pojazdów/24h
Udział w prognozowanym ruchu samochodów ciężarowych wraz z autobusami	19,00%
Oświetlenie obszarów przed tunelem	Tak (oświetlenie miejskie)
Długość tunelu	1380 m
Szerokość tunelu	9,50 m
Nawierzchnia jezdni w tunelu	R1, q0 = 0,1
Nawierzchnia jezdni przed tunelem	R1, q0 < 0,1
Ściany tunelu (jasny beton)	47%
Luminacja przejazdu w tunelu (Lin):	4.50 [cd/m²]
Równomierność całkowita U_0	>= 0,4
Równomierność podłużna U_L	>= 0,6

Ustalenie klasy oświetlenia i wartości współczynnika k

Za podstawę ustalenia klasy oświetlenia i wartości współczynnika k przyjmuje się następujące parametry:

Parametr	Pojazd/pas ruchu	Ocena rury T1	Ocena rury T2
Natężenie ruchu	3300	7	7
Dojazdy i wyjazdy	Brak	0	0
Zestawienie rodzaju ruchu	Ciężarówki > 15 %	1	1
Stosunek luminacji ściany/ do luminacji jezdni		2	2
Wizualne prowadzenie i komfort jazdy		2	2
Klasa oświetlenia (ocena)		12	12

2.1.2 Dane projektowe tunelu

klasa oceny: 12 widoczność na zatrzymanie przy hamowaniu: 90m
-wartość k 0,0425 (interpolowana)

2.1.3 Istniejące oświetlenie wjazdowe (adaptacyjne)

Oświetlenie wjazdowe zrealizowane w postaci asymetrycznych opraw ze źródłem wysokoprężnych lamp sodowych jako oświetlenie przeciwolśnieniowego. Rozmieszczenie opraw wykonano w dwóch rzędach nad pasem ruchu zwykłego i nad pasem mijania od strony portalu MP. W celu stałego dopasowania poziomu oświetlenia do oświetlenia przejazdowego zastosowano oprawy z źródłem światła o mocy 400 W oraz 150 W zgodnie z załączoną symulacją oświetlenia.

Sterowanie oświetleniem wjazdowym (zgodnie z istniejącym opracowaniem tomu 2.2.35 Automatyka i sterowanie) następuje po ścisłych ustaleniach luminacji zewnętrznej i dokładnym ustawieniu czasów zejścia na poziom oświetlenia nocnego. Oświetlenie wjazdowe będzie regulowane w trybie ciągłym przy pomocy 8 poziomów ustawień, w zależności od luminacji zewnętrznej.
Poziomy ustawień powinny osiągać następujące wartości (wskaźniki procentowe odnoszą się do maksymalnej mocy oświetlenia wjazdowego):

Poziom 8	ok. 12,5 %
Poziom 7	ok. 25 %
Poziom 6	ok. 37,5 %
Poziom 5	ok. 50 %
Poziom 4	ok. 62,5 %
Poziom 3	ok. 75 %
Poziom 2	ok. 87,5 %
Poziom 1	100 %

Oświetlenie wjazdowe w formie podwójnego rzędu opraw zaprojektowano ze względu na większą szerokość tunelu na odcinku pasa wjazdowego Portalu „Marynarki Polskiej”. Szczegółowy podział na obwody oświetleniowe w tabeli: „Podział na obwody oświetleniowe”. Zamieszczono tam

także poziomy ustawień dla projektowanych opraw.
Analogicznie zaprojektowano także dodatkowy rząd podwójnych opraw jako uzupełniające oświetlenie przejazdowe dla pasa wyjazdowego portalu „Marynarki Polskiej". Szczegóły przedstawiono w tabeli „Podział na obwody oświetleniowe". Uwzględniono tam także poziomy ustawień. Dla opraw podwójnych, dopuszcza się zastosowanie dwóch opraw pojedynczych w miejsce oprawy podwójnej.

2.1.4 Zestawienie punktów danych

Oprawy oświetleniowe oświetlenia przejazdowego i wjazdowego (adaptacyjnego) zainstalowano na całej długości tunelu, w jednym rzędzie na stropie tunelu, nad pasem ruchu zwykłego. W obszarze wentylatorów strumieniowych oprawy oświetleniowe należy zainstalować w ten sposób, aby nie występowało żadne zacienienie przez wentylatory. Oprawy w tym obszarze należy umieścić niżej, przy pomocy odpowiedniej konstrukcji zwieszakowej ze stali nierdzewnej typu ST316. Powyższe oprawy zaznaczono na planie sytuacyjnym kolorem różowym (2.2.67_Rys.1.1 do1.5_Plan sytuacyjny.dwg). Oznaczenia poszczególnych opraw to DFT1-21, DFT1-36, DFT1-44, DFT1-59, DFT1-74, DFT1-82, DFT1-97 w nitce tunelu T1 oraz EFT2-123, EFT2-124, DFT2- 21, DFT2-36, DFT2-51, DFT2- 74, DFT2-89 w nitce tunelu T2.

2.2 Założenia wyjściowe

2.2.1 Ustalenie luminancji L_{20} na obszarach dojazdowych do tunel

Dla tunelu pod Martwą Wisłą w Gdańsku punkt obserwacyjny znajduje się w odległości ok. 90 m przed portalem i na wysokości 1,5 m nad prawym pasem ruchu.
Przy pomocy ustalonego udziału powierzchni nieba, otoczenia i ulic w oparciu o przepisy RABT 2006, załącznik A określono metodą kolejnych przybliżeń wartość współczynnika L20.

$L20 = \gamma \times LC + \varepsilon \times LE + \rho \times LR$
gdzie:
LC - luminacją nieba
LR - luminacją jezdni
γ - odpowiada proc. udziałowi nieba
ρ - odpowiada proc. udziałowi ulicy
LE - luminacją otoczenia
ε - odpowiada proc. udziałowi otoczenia

W związku z tym, że koszty związane z oświetleniem tunelu stanowią istotny udział w kosztach

utrzymania całego tunelu, przy obliczeniach oświetlenia tunelu zwrócono szczególną uwagę na opracowanie energooszczędnego systemu oświetlenia. Czynnik krytyczny stanowi tutaj procentowy udział nieba w drodze dojazdowej. Na etapie realizacji budowy tunelu oszacowano sytuację kształtowania się terenu przy portalach.

Według RABT 2006, załącznika A:

Dla wartości:

Lc = 12.000 cd/m² Wartość z tabeli 15, RABT 2006

LE = 4.000 cd/m² Wartość z tabeli 15, RABT 2006

LR = 4.000 cd/m² Wartość z tabeli 15, RABT 2006

oraz

$\gamma = 0.1650$ (portal Marynarki Polskiej)	$\gamma = 0.1080$ (portal Ku Ujściu)
$\varepsilon = 0.3155$ (portal Marynarki Polskiej)	$\varepsilon = 0.2520$ (portal Ku Ujściu)
$\rho = 0.5195$ (portal Marynarki Polskiej)	$\rho = 0.6400$ (portal Ku Ujściu)

wynika:

L20 = 5.320 cd/m² (portal Marynarki Polskiej)

Dla portalu Ku Ujściu według tego samego postępowania obliczeniowego wynika:

L20 = 4.759 cd/m² (portal Ku Ujściu)

W celu optymalizacji odcinków adaptacyjnych dokonano pomiarów luminancji.

Dla Portalu Ku Ujściu	Dla Portalu Marynarki Polskiej
Lc = 5.000 cd/m²	Lc = 8.500 cd/m²
LE = 6.500 cd/m²	LE = 1.000 cd/m²
LR = 4.000 cd/m²	LR = 2.000 cd/m²

Z powyższych wartości wynika:

L20 = 2.757 cd/m² (portal Marynarki Polskiej)

L20 = 4.738 cd/m² (portal Ku Ujściu)

Pomiary wykonane zostały podczas realizacji budowy pod koniec okresu zimowego. Rzeczywiste wartości luminancji w skrajnych warunkach powinny być zbliżone do wartości oszacowanych na podstawie RABT 2006.

2.2.2 Obliczenie wartości utrzymania dla odcinka zasięgu widoczności (L_{th})

Wartość Lth – ustalona zostaje za pomocą formuły (Lth = k x L20)

Portal Ku Ujściu: (Rura T1): Portal Marynarki Polskiej: (Rura T2):

Lth = 0.0425 x 6.400 cd/m² = 206,72 cd/m² Lth = 0.0425 x 5320 cd/m² = 226,1 cd/m²

Lth = 207 cd/m² Lth = 226 cd/m² (zaokrąglona)

Luminacja początkowa odcinka zasięgu widoczności Lth zredukowana zostaje od połowy odcinka zasięgu widoczności do jego końca za pomocą 8 poziomów oświetlenia do poziomu 40 % luminacji początkowej. Przy zmianach poziomów oświetlenia maksymalny stosunek dwóch kolejnych poziomów nie przekracza 1:3.

2.2.3 Obliczenie wartości utrzymania odcinka przejściowego (Ltr)

Według definicji w przepisach RABT 2006, odcinek przejściowy służy do obniżenia poziomu oświetlenia od końca odcinka zasięgu widoczności do poziomu panującego na odcinku przejazdowym tunelu. Luminacja jezdni (wartość utrzymania) na odcinku przejściowym (Ltr) musi być w każdym jego punkcie większa lub równa wartości podanej w przepisach normy CIE 88:2004 określanej formułą

Ltr = Lth x(1.9 x t)-1.423

przy czym Lth = 100 %, t w [sec]. Czas (t) wynika przy tym jako zależna od maksymalnej prędkości Vmax = 70 km/h wielkość dla przejazdu przez odcinek przejściowy. Wynikający z tego przebieg luminacji może być stopniowany, przy czym stosunek dwóch następujących po sobie poziomów jest mniejszy niż 3:1. Koniec odcinka przejściowego znajduje się w miejscu, w którym luminacja jezdni jest mniejsza lub równa trzykrotnej wartości luminacji jezdni na odcinku wewnętrznym tunelu.

2.2.4 Określenie luminacji jezdni na odcinku wewnątrz tunelu (L_{in})

Wartość (Lin) określana jest z uwzględnieniem ustalonej klasy oceny Os = 12 i podanej widoczności na zatrzymanie przy hamowaniu WH wynoszącej 90 m jako wartość z tabeli 4 przepisów RABT 2006.

Lin (Os=12, WH=90m) = 4.50 cd/m²

2.2.5 Równomierność podłużna luminacji (U_l i U_0)

Równomierność podłużną luminacji (Ul) określa się ze stosunku najmniejszej luminacji (Ll min) do największej luminacji (Llmax) dla dwóch pasów obserwacji przebiegających równolegle do osi podłużnej jezdni.

Ul = Llmin / Llmax [1] Zalecana wartość dla Ul według RABT 2006 wynosi Ul = 0,6.

Całkowita równomierność luminacji (U0) wynika ze stosunku najmniejszej luminacji (Lmin) do luminacji średniej (Lmitt)

U0 = Lmin / Lmitt [1]

Wartość minimalna całkowitej równomierności zalecana przez przepisy RABT 2006 wynosi U0=0,4 i ma zastosowanie jedynie dla odcinka wewnętrznego tunelu.

2.2.6 Analiza możliwości zasilania wymienianych opraw z istniejącej sieci oraz kalkulacja zwrotu inwestycji

W związku z faktem, iż wymieniane oprawy oświetleniowe posiadają moc znacznie niższą niż istniejące (blisko 2 krotnie niższą) istniejące kable zasilające bądą odpowiednie do zasilenia nowcyh oprach LED i nie projektuje sie ich wymiany. Istniejące zabezpieczenia w rozdzielnicach elektrycznych (prod. Siemens typu Sentron 5SL6 C10A) pozostawia się bez zmian.

KALKULACJA OSZCZĘDNOŚCI:

Tunel T1

Istniejące oprawy moc całkowita 73.2 kW (wjazdowe 44.9 kW, przejazdowe 28.3 kW)

1. PB 99 - S400 / OA oraz PB 99 - S400 / OA-RM - 102 szt. każda o mocy 435W
2. PB 99 - S150 / OA oraz PB 99 - S150 / OA-RM - 3 szt. każda o mocy 170W
3. PB 99-2 (S150 + S70)/OS oraz PB 99-2 (S150 + S70)/OS-AW - 111 szt. każda o mocy 254.7W

Projektowane oprawy:

Całkowita moc 33.2 kW (wjazdowe 22.6 kW, przejazdowe 10.6 kW)

1. TNL440LED-260-HA8-FN-STI - 102 szt. każda o mocy 220W (z redukcją mocy)
2. TNL440LED-070-HB4-FN-STI - 3 szt. każda o mocy 64.4W
3. TNL440LED-100(70+30)-HB8-CAT-STI - 111 szt, każda o mocy 95.5W
   (oprawa podwójna tzn. posiadająca dwa niezależne zasilacze i matryce LED: 64,4W i 31,1W)

Tunel T2

Istniejące oprawy moc całkowita 83.6 kW (wjazdowe 53.8 kW, przejazdowe 29.8 kW)

1. PB 99 - S400 / OA oraz PB 99 - S400 / OA-RM - 122 szt. każda o mocy 435W
2. PB 99 - S150 / OA oraz PB 99 - S150 / OA-RM - 4 szt. każda o mocy 170W
3. PB 99-2 (S150 + S70)/OS oraz PB 99-2 (S150 + S70)/OS-AW - 117 szt, każda o mocy 254.7W

Projektowane oprawy moc całkowita 38.3 kW (wjazdowe: 27.1 kW, przejazdowe: 11.2 kW)

1. TNL440LED-270-HA8-FN-STI - 122 szt. każda o mocy 239W (z redukcją mocy)

2. TNL440LED-070-HB4-FN-STI - 4 szt. każda o mocy 64.4W
3. TNL440LED-100(70+30)-HB8-CAT-STI - 117 szt, każda o mocy 95.5W
   (oprawa podwójna tzn. posiadająca dwa niezależne zasilacze i matryce LED: 64,4W i 31,1W)

Moc całkowita istniejących opraw 156,8kW
Moc całkowita wymienianych opraw 71,5kW
Różnica (zmniejszenie mocy) – 156,8/71,5 = 2,19 krotnie

Przy założeniu średniego poboru mocy w tunelu na poziomie 50% tj. 78,4kW oraz stawki za energię elektryczną na poziomie 1,09 zł/kWh – koszt roczny zużytej energii elektrycznej istniejących opraw to 365 dni x 1,09 zł/kWh x 24h x 78,4kW = 748 594,56 zł
zaś projektowanych to 341 824,00 zł
Daje to szacunkową roczną oszczędność na poziomie ok. 406 770,56 zł
Przy założeniu kosztu inwestycji (wymiany opraw) na poziomie 3 mln zł daje to zwrot w 7,4 roku.

2.2.7 Analiza czasu dostawy materiałów oraz wymiany opraw

W zależności od przyjętego producenta opraw oświetleniowych szacuje się, że średni czas wyprodukowania i dostawy kompletu przedmiotowych opraw wynosi ok. 1-1,5 roku
Certyfikacja CNBOP zajmie szacunkowo 6-12 miesięcy, w tym czasie ok. 3 miesiące to projektowanie oprawy LED z 2 niezależnymi obudowami. Po otrzymaniu certyfikacji CNBOP wyprodukowanie kompletu opraw zajmie ok. 3 miesiące, z tym że po 1,5 miesiącu mogą rozopocząć się sukcesywne dostawy opraw w celu rozpoczęcia ich wymiany.

W optymistycznym wariancie można pzyjąć rozpoczęcie robót budowlanych po 9 miesiącach, w pesymistycznym po 12 miesiącu. W obu przypadkach komplet robót budowlanych powienien zająć nie więcej niż 2 tygodnie przy założeniu prowadzenia robót budowlanych tylko w godzinach nocnych (np. 22-6) przy całkowicie zamkniętym tunelu. By zrealizować wymianę 459 opraw wraz z budową systemy systemu dali (oprzewodowania) w przeciągu 2 tygodni zakłada się pracę 6 podniośników z 2 pracownikami każdy – do pracy w wyżej opisanych porach nocnych.

3. Opis systemu sterowania i regulacji instalacji oświetleniowej w tunelu

Zamawiający nie zakłada zmiany systemu sterowania, który odbywa się według poniższego opisu. Sterowanie oprawami poprzez system DALI ma działać równolegle z systemem SCADA, zapewniając możliwość przeprogramowania zasilaczy oraz lokalizację uszkodzeń.

Sterowanie oświetleniem zapewnia w pełni zautomatyzowaną realizację oświetlenia tunelu podczas wszystkich trybów pracy tunelu, przy ruchu jednokierunkowym w rurze tunelu, łącznie z sytuacją pożaru i umożliwia obsługę i ręczne załączanie oświetlenia z różnych stacji obsługi systemu sterującego. Opis sposobu sterowania:

- regulacja pracy opraw poprzez załączanie poszczególnych obwodów w rozdzielnicach sterujących,
- sterowanie strumieniem świetlnym poprzez podanie napięcia fazowego na odpowiednie wejście zasilacza LED (line-switch).

3.1. Oświetlenie wjazdu do tunelu

Sterowanie oświetleniem wjazdu następuje zależnie od luminacji panującej na zewnątrz, mierzonej za pomocą kamer pomiaru luminacji zewnętrznej, umieszczonych na odcinkach dojazdowych. Regulacja następuje w trybie ciągłym, przy czym istnieje 8 poziomów ustawień i uwzględniane są wymagania zależne od pory dnia.

Regulacja poziomów oświetlenia adaptacyjnego (8 poziomów) jest realizowana w zależności od luminacji zewnętrznej, pory dnia, a także podczas wydarzeń wyjątkowych, takich jak włączenie sygnału alarmowego, użycie gaśnicy, otwarcie drzwi wyjścia ewakuacyjnego, włączenie czujnika tlenku węgla i alarmu ograniczenia widoczności (OW), a także pożaru. W każdej rurze wymagany jest pomiar kręgów oświetleniowych oświetlenia wjazdowego zgodnie z pomiarem oświetlenia.

3.2. Oświetlenie przejazdowe

Sterowanie oświetleniem przejazdowym następuje oddzielnie, działa jednak na tej samej zasadzie jak oświetlenie wjazdu. Regulacja następuje w zależności od pory dnia, a także, przy zdarzeniach specjalnych, takich jak włączenie sygnału alarmowego, użycie gaśnicy, otwarcie drzwi wyjścia ewakuacyjnego, włączenie czujnika tlenku węgla i alarmu ograniczenia widoczności, a także pożaru. Podczas oświetlenia nocnego (obniżenie) pojedyncze lampy będą wyłączane, względnie ściemniane. W okresach słabego ruchu w tunelu oświetlenie może zostać jeszcze dodatkowo zredukowane. Jako oświetlenie awaryjne służy co druga symetryczna lampa przejazdowa. Tak więc w tunelu wydzielono symetryczne kręgi oświetleniowe oświetlenia przejazdowego zasilane z sieci normalnej i kręgi oświetleniowe oświetlenia przejazdowego podłączone do sieci UPS. Aktualny stan oświetlenia w każdej rurze odpowiada kręgom oświetleniowym w systemie sterującym. Zakłócenia,

zmiany przełączeń, wartości dotykowe należy wykryć, opracować, i cyklicznie, bądź jednostkowo przekazywać do systemu sterującego i tam zapisywać.

Dla oświetlenia w tunelu należy ustawić odpowiednie programy pracy:

- program pożarowy;
- program zdarzeniowy;
- program ręczny;
- program normalny;

.

3.3. Oświetlenie awaryjne

Jako oświetlenie awaryjne służy co druga lampa oświetlenia przejazdowego, która podłączona jest bezpośrednio do instalacji UPS sieci IT kablami klasy E90.

Wewnątrz tunelu znajdują się miejsca usytuowania sprzętu przeciwpożarowego. Projektowane oprawy oświetleniowe zapewniają niezbędne natężenie oświetlenia drogi ewakuacyjnej i zapewniają odpowiednie oświetlenie miejsc usytuowania sprzętu przeciwpożarowego powyżej 5lx. Oznakowanie miejsc usytuowania sprzętu przeciwpożarowego odpowiednimi tablicami informacyjnymi nie jest przedmiotem niniejszego opracowania. Zasilanie opraw awaryjnych realizowane będzie z dwóch źródeł niezależnych (sieć elektroenergetyczna – zasilanie podstawowe, UPS – zasilanie rezerwowe). Minimalny czas pracy oświetlenia w przypadku zaniku zasilania podstawowego wynosi 2 godziny.

4. Ochrona od porażeń prądem elektrycznym w sieci nn

Projektowana linia kablowa pracować będzie w układzie sieci TN-S z szybkim wyłączeniem, jako środkiem dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej, które realizowane będzie przez bezpieczniki umieszczone w rozdzielnicach zasilających. Dodatkowo ochrona przez porażeniem prądem elektrycznym będzie zrealizowana przez zastosowanie oprawy w II klasie ochronności tzn. dzięki podwójnej bądź wzmocnionej izolacji.

5. Zestawienie materiałowe

Materiały podstawowe	Jedn. miary	Ilość
Wymiana opraw		
Oprawa LED 64,4W	szt.	7
Oprawa LED 95,5W – 2 niezależne komory (64,4W + 31,1W) (posiadające dwa niezależne zasilacze)	szt.	228
Oprawa LED 220W (z redukcją mocy)	szt.	102
Oprawa LED 239W (z redukcją mocy)	szt.	122
	Razem	**459**
Puszka przyłączeniowa oprawy (ozn. 10A)	szt.	231
Puszka przyłączeniowa oprawy (ozn. 10B)	szt.	228
Wymiana istn. kabli zasilających oświetlenie N2XH-O 4x1,5mm2	m	3000
Konstukcja wsporcza do zaniżenia opraw ośw.	szt.	14
Konstrukcja wsporcza do montażu nowych opraw LED	szt.	445
System DALI		
Kontroler DALI z puszką IP65	szt.	6
Doposażenie rozdzielnicy o wyłącznik 5SL5 1P B10A	szt.	6
Oprogramowanie wizualizacyjne DALI	kpl.	1
Pulpit dyspozytorski	kpl.	1
Kabel UTP LSOH kat. 5	m	10
Kabel światłowodowy SM 1J B2ca	m	3600
Konwerter sygnału na UTP na SFP	szt.	6
Wzmacniacz sygnały magistrali DALI	szt.	4
Puszka ogrniochronna na wzmacniacz DALI	szt.	4
Kabel BiT 500 (St) CH B2ca 2x1,5mm2	m	7000

Materiały zapasowe	Jedn. miary	Ilość
Oprawa LED 64,4W	szt.	1
Oprawa LED 95,5W – 2 niezależne komory (64,4W + 31,1W) (posiadające dwa niezależne zasilacze)	szt.	10
Oprawa LED 220W (z redukcją mocy)	szt.	5
Oprawa LED 239W (z redukcją mocy)	szt.	5
Puszka przyłączeniowa oprawy ozn. 10A	szt.	5
Puszka przyłączeniowa oprawy ozn. 10B	szt.	5
Kontroler DALI	szt.	1
Konwerter sygnału na UTP na SFP	szt.	2
Wzmacniacz sygnały magistrali DALI	szt.	1
Puszka ogrniochronna na wzmacniacz DALI	szt.	2

5.1. Uwagi

Przed przystąpieniem do prac należy uzyskać zgodę na zjecie pasa drogowego od zarządcy drogi oraz o ile to wymagane wykonanie tymczasowej organizacji ruchu na czas wykonywanych robót elektrycznych.

• Przed przystąpieniem do wykonywania robót budowlanych należy powiadomić wszystkich gestorów sieci w terminie wskazanym przez zarządców sieci zawartym w uzgodnieniach

• Przed przystąpieniem do prac budowlanych należy wykonać przekopy kontrolne w celu zlokalizowania istniejącej infrastruktury

• Przed zakupem ostatecznym kabli elektroenergetycznych dokonać obmiaru bezpośrednio na placu budowy,

• Przed rozpoczęciem robót należy ustalać szczegółowe zasady ich prowadzenia z Inspektorem Nadzoru Inwestorskiego, każda zmiana do projektu musi być zaakceptowana przez autora dokumentacji projektowej oraz zamawiającego,

• Dokumentację projektową należy rozpatrywać całościowo. Rysunki i część opisowa są częściami integralnymi dokumentacji projektowej i wzajemnie się uzupełniają,

• Wszystkie materiały i urządzenia stosowane przy budowie instalacji elektrycznych muszą posiadać znak CE, o ile wymaga tego Dyrektywa Budowlana, oraz muszą posiadać wymagane przez aktualne przepisy deklaracje lub certyfikaty zgodności z normami albo z aprobatami technicznymi,

• Wskazane produkty należy rozumieć jako komplet niezbędnych elementów i dodatków koniecznych do właściwego i poprawnego funkcjonowania zgodnie z zalecaniami producentów. Wykonawca winien każdorazowo przedstawić kompletne rozwiązanie zawierające w swym zakresie wszystkie elementy potrzebne do wykonania i montażu danego produktu i technologii nawet jeśli nie są one wyspecyfikowane na rysunkach i opisach technicznych i innych opracowaniach dostarczonych wykonawcy,

• Przed oddaniem do eksploatacji należy wykonać wymagane przepisami i normami badania, próby i pomiary po montażowe, które winny być wykonywane przez osoby wykwalifikowane z odpowiednimi uprawnieniami. Pomiary po wykonawcze dotyczą m.in.: rezystancji izolacji. Badania, próby i pomiary należy przeprowadzić w warunkach zbliżonych do rzeczywistej pracy urządzeń oraz powinny być wykonane i udokumentowane zgodnie z wymaganiami obowiązującej normy PN-IEC 60364-6-61

• Po zakończeniu prac należy przekazać użytkownikowi dokumentację powykonawczą, plany i schematy z naniesionymi zmianami, protokoły z badań pomiarowych. Ostateczną ilość egzemplarzy, zawartość dokumentów towarzyszących dokumentacji powykonawczej i ich formę należy ustalić przed rozpoczęciem prac z Inspektorem. Całość robót wykonać według niniejszego opracowania zgodnie z wymogami norm, rozwiązań typowych, przepisów budowy i bezpieczeństwa.

6. Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

Nazwa zamówienia:	**Wymiana opraw oświetlenia ogólnego i awaryjnego w tunelu pod Martwą Wisłą w Gdańsku.**
Adres inwestycji:	**Tunel w Gdańsku pod Martwą Wisłą**
Inwestor:	**Gdański Zarząd Dróg i Zieleni ul. Partyzantów 36, 80-254 Gdańsk**
Autor opracowania:	**mgr inż. Marcin Szczęsny ul. Jaśkowa Dolina 15/18 80-252 Gdańsk**
Branża:	**Elektryczna**
Data opracowania	**Październik 2025**

6.1. Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów:

Zakres robót:

- przygotowanie tymczasowej organizacji ruchu;
- demontaż istniejących opraw oświetleniowych;
- montaż konstrukcji zaniżających oprawy oświetleniowe;
- montaż opraw w technologii LED;
- montaż systemu DALI;
- wykonanie pomiarów;
- uporządkowanie terenu.

6.2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych w pobliżu prowadzonych prac:

- sieć oświetleniowa nn-0,4kV,

6.3. Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi:

- potrącenia przez pojazdy mechaniczne podczas wykonywania prac;
- porażenie prądem elektrycznym;
- roboty wykonywane w pobliżu pracującego dźwigu;
- upadek z wysokości.

6.4. Wskazanie dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót budowlanych:

- układanie linii kablowej;
- upadek z wysokości;
- porażenie prądem elektrycznym.

6.5. Wskazanie dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót budowlanych:

- instruktaż ogólny przeprowadzony przez Kierownika Budowy ze wskazaniem miejsc zagrożenia i czasu ich wykonywania
- instruktaż i nadzór szczegółowy na stanowisku pracy przeprowadzony przez brygadzistę.

6.6. Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniających bezpieczną i sprawną komunikacje umożliwiającą szybką ewakuacje na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń:

- wyposażenie techniczne brygady w środki transportu, sprzęt i narzędzia gwarantujące prawidłowe oraz zgodnie z przepisami, dokumentacją i instrukcją montażową wykonanie
- po szczególnych elementów zadania
- organizacja pracy zapewniająca optymalne i bezpieczne jej wykonanie;

- okresowe szkolenia pracowników z zakresu wprowadzania nowych technologii, oraz zasad przepisów dotyczących bezpieczeństwa pracy;
- okresowe egzaminy z zakresu bhp oraz grupy kwalifikacyjnej;

W razie stwierdzenia bezpośredniego zagrożenia życia lub zdrowia pracowników osoba kierująca pracownikami zobowiązana jest do niezwłocznego wstrzymania prac i podjęcia działań w celu usunięcia zagrożenia. Wszelkie roboty budowlane powinny być prowadzone zgodnie z obowiązującymi przepisami, sztuką budowlaną, pod nadzorem z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.

7. Inwentaryzacja stanu istniejącego

TABELA INWENTARYZACYJNA

8. Część rysunkowa

Rys. 1–5 Plan sytuacyjny

Rys. 6-7 Przekroje poprzeczne

Rys. 8 Schemat ideowy oprawy EF (wjazdowej) bez sterowania przekaźnikowego (redukcji mocy)

Rys. 9 Schemat ideowy oprawy EF (wjazdowej) ze sterowaniem przekaźnikowym (redukcja mocy)

Rys. 10 Schemat ideowy oprawy DF (przejazdowej) ze sterowaniem przekaźnikowym i sygnalizacją awarii

Rys. 10A Schemat puszki przyłączeniowej – oprawa z opcją redukcji mocy

Rys. 10B Schemat puszki przyłączeniowej – oprawy AW

Rys. 11-20 Schematy istn. rozdzielnic K1.26-K1.27 (T1)

Rys. 21-27 Schematy istn. rozdzielnic K1.28-K1.29 (T1)

Rys. 28-37 Schematy istn. rozdzielnic EG1.4 (T1)

Rys. 38-47 Schematy istn. rozdzielnic EG1.11 (T1)

Rys. 48-54 Schematy istn. rozdzielnic M2.1-M2.2 (T1)

Rys. 55-64 Schematy istn. rozdzielnic K1.21-K1.22 (T2)

Rys. 65-75 Schematy istn. rozdzielnic EG2.4 (T2)

Rys. 76-85 Schematy istn. rozdzielnic EG2.11 (T2)

Rys. 86-104 Schematy istn. rozdzielnic M2.1-M2.7 (T2)

Rys. 105-113 Schematy istn. rozdzielnic M2.8-M2.9 (T2)

Rys. 114 Schemat systemu DALI

Rys. 115 Schemat zasilania oświetlenia tunelu T1

Rys. 116 Schemat zasilania oświetlenia tunelu 2

Rys. 117 Widok konstrukcji wsporczej do zaniżenia opraw

Rys. 118 Widok konstrukcji przejściowej mocowania wymienianej oprawy LED

Rys. 119 Poglądowy widok puszki przyłączeniowej/przejściowej

TOM 1 – Opis techniczny + rys. 1-10, 114-118

TOM 2 – Schematy rozdzielnic (rys. 11-113)

TOM 3 – Obliczenia fotometryczne dla 2 przykładowych producentów opraw