

ZESZYT NR 2.

**DOKUMENTACJA PROGRAMOWA
MODERNIZACJI SYSTEMU OŚWIETLENIA
DROGOWEGO
NA TERENIE GMINY POPÓW**

PROJEKT OŚWIETLENIOWY

Na zlecenie :

**Urzędu Gminy w Popowie
Zawady ul. Częstochowska 6
42-110 POPÓW**

Wykonawca:

**ŚWIATŁOPROJEKT
J.Piotrowski, K.Warzyński**

Dokumentacja składa się z następujących części:

Zeszyt nr 1. Studium wykonalności – analiza techniczno- ekonomiczna

Zeszyt nr 2. Projekt oświetleniowy

**Zeszyt nr 3. Zestawienia inwentaryzacyjne, montażowe, szkice
obwodów oświetleniowych**

**Zeszyt nr 4. Szczegółowa specyfikacja techniczna wykonania
i odbioru robót**

Zeszyt nr 5. Kosztorysy inwestorskie zadania

maj 2006r.

PROJEKT OŚWIETLENIOWY

**OPIS REALIZACJI PROJEKTU I
OBLICZENIA
PARAMETRÓW
OŚWIETLENIOWYCH**

**Projekt oświetleniowy został oparty o wymagania Polskiej Normy Oświetlenie dróg
PN – CEN/TR 13201 część 1 – 4.**

**Norma PN 13201 od dnia 2005-03-15 ma status Polskiej Normy i zastępuje normę
PN-76/E-02032.**

Nowa norma zawiera:

Część I – Wybór klas oświetlenia

Część II – Wymagania oświetleniowe

Część III – Obliczenia oświetleniowe

Część IV – Metody pomiarów oświetlenia

Zgodnie z PN-CEN/TR 13201 – 1 określono klasy oświetlenia dla poszczególnych regularnych odcinków dróg i ulic.

Na drogach przeznaczonych do ruchu samochodowego pojazdy poruszają się z prędkościami większymi od 60km/h. Przy takich prędkościach odległość widoczności na zatrzymanie, albo bezpieczna droga hamowania, mieści się w granicach od 60 do 160m.

Stacjonarne oświetlenie dróg przeznaczonych do ruchu samochodowego powinno umożliwić kierowcy zauważenie przeszkody, znajdującej się na jezdni, w odległości pozwalającej na bezpieczne zatrzymanie pojazdu przed przeszkodą, czyli w odległości od 60 do 160m przed pojazdem (zależnie od prędkości ruchu). W związku z tym kierowca obserwuje drogę pod kątem pochylonym w dół około 1°. W takich warunkach obserwacji nawierzchnia drogowa charakteryzuje się kierunkowo - rozproszonymi właściwościami odbiciowymi. Wartość wskaźnika luminancji zależy od cech materiałowych oraz od kierunku obserwacji i kierunku padania światła. Nie ma zatem prostego związku między luminancją jezdni a natężeniem oświetlenia występującego na niej.

W związku z tym dla klas oświetleniowych ME przewidzianych dla dróg przeznaczonych do ruchu samochodowego wymagania oświetleniowe sformułowane są przy przyjęciu luminancji jako parametru podstawowego.

Wybór tej metody jest słuszny również w sytuacjach niższych prędkości pojazdów. Zmieniają się jedynie relacje między prędkością pojazdu a drogą hamowania. Postrzeganie przeszkód jest również i w tym przypadku głównie uzależnione od kontrastu luminancji tła – nawierzchni jezdni, i przeszkody – osoby, przedmiotu na drodze itp..

Część dróg z terenu gminy nie posiada nawierzchni pozwalającej na prowadzenie w miarę szybkiego ruchu motorowego. Drogi w osiedlach wiejskich często spełniają rolę dojazdowych do posesji. Głównymi użytkownikami dróg są w tym przypadku wolno poruszające się pojazdy motorowe (auta osobowe, ciągniki, motocykle), rowerzyści oraz piesi - kierujący pojazdami i piesi to niemal wyłącznie mieszkańcy osiedli lub pojedynczych siedlisk. Przyjęto zatem na niektórych drogach minimalne wymagania dla kategorii ME6 równoważnie dla części dróg dla których własności odbiciowe (rozproszeniowe) nie są możliwe do określania i zdefiniowania jednoznacznie. Możliwe byłoby przyporządkowanie zastępczo odpowiadających wymaganiom klasy ME6 wymagań klasy S4 dotyczących odpowiednich poziomów i równomierności oświetlenia. Kategoria S4 odpowiada sytuacji oświetleniowej w warunkach utrudnionego poruszania się pojazdów przy wolnym poruszaniu się gdzie głównymi użytkownikami ruchu są również rowerzyści i piesi a droga nie posiada wydzielonych dla nich pasów.

W tabeli na stronach kolejnych podano zestawienie tych klas wraz z danymi do projektowania.

Tab. Nr. 1. zestawienie kategorii oświetleniowych i danych do projektowania z inwentaryzacji

Lp	Odcinek drogi / ulicy / miejscowość	numer stacji transformatorowej	kategoria oświetleniowa	rodzaj nawierzchni do obliczeń!	szerokość (m)	wysokość zawieszenia (m)	odległość oprawy od krawędzi jezdni (m)	odległość słupa od krawędzi jezdni (m)	moduł odległości między słupami (m)	kąt nachylenia wysięgnika/oprawy (stopnie)
1	2	3	5	6	7	8	15	9	11	14
1	Annolesie	S/1 15/0,4 Kv	ME6	A	4	7,5	-1	-2	51	15-45
2	Brzózki 1	S/200 15/0,4 kV	ME6	A	4	7,5	-2	-3	46	15-45
3	Brzózki 2	S/512 15/0,4 kV	ME6	A	4	7,5	-2	-3	46	15-45
4	Dąbrowa k/Więceek	S/176 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-1	-1,5	50	15-45
5	Dębie	S/17 15/0,4 kV	ME6	A	4	7,5	-1,5	-2	44	15-45
6	Florianów	S/2 15/0,4 kV	ME6	A	4	7,5	-1,5	-2	43	15-45
7	Kamięszczyzna 1	S/47 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-1,5	-2	46	15-45
8	Kamięszczyzna 3 Tartak	S/496 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-4,5	-5	48	15-45
9	Kule 1	S/204 15/0,4 kV	ME6	A	4	7,5	-3,5	-4	48	15-45
10	Lelity	S/202 15/0,4 kV	ME6	A	4	7,5	-2,5	-3	46	15-45
11	Miedźno Las-PKP	S/386 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-0,5	-1	45	15-45
12	Nowa Wieś 1	S/517 15/0,4 kV	ME6	A	4	7,5	-2	-2,5	50	15-45
13	Nowa Wieś 2	S/203 15/0,4 kV	ME6	A	4	7,5	-2	-2,5	47	15-45
14	Płaczki Antonie	S/201 15/0,4 kV	ME6	A	4	7,5	-1	-1,5	47	15-45
15	Popów Wieś	S/368 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-1,5	-2	43	15-45
16	Popów Dąbrówka	S/367 15/0,4 kV	ME6	A	4	7,5	-3	-4	45	15-45
17	Popów Osiedle	S/359 15/0,4 kV	ME6	A	4	7,5	-2,5	-3	43	15-45
18	Popów Parcele	S/358 15/0,4 kV	ME4	A	6	7,5	-3	-5	43	15-45
19	Popów Tartak	S/519 15/0,4 kV	ME6	A	4	7,5	-2,5	-3	48	15-45
20	Rębielice Królewskie 1	S/79 15/0,4 kV	ME5	A	4	9	-2	-4	45	15-45
21	Rębielice Królewskie 2	S/80 15/0,4 kV	ME5	A	5	9	-1	-3	46	15-45
22	Rębielice Królewskie 3	S/81 15/0,4 kV	ME5	A	5	9	-2	-3	47	15-45
23	Rębielice Królewskie 5	S/401 15/0,4 kV	ME5	A	4	9	-1	-2	46	15-45
24	Rębielice Królewskie 6	S/402 15/0,4 kV	ME5	A	5	7,5	-1,5	-2	48	15-45
25	Rębielice Królewskie 7	S/403 15/0,4 kV	ME5	A	4	9	-2	-4	46	15-45
26	Wąsosz Dolny 1	S/113 15/0,4 kV	ME6	A	4	7,5	-2	-3	45	15-45
27	Wąsosz Dolny 2	S/115 15/0,4 kV	ME6	A	4	7,5	-2	-3	43	15-45
28	Wąsosz Górny 1	S/114 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-1	-1,5	45	15-45
29	Wąsosz Górny 2	S/413 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-1,5	-2	43	15-45
30	Wąsosz Górny 3	S/414 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-0,5	-1	45	15-45
31	Wąsosz Parcele	S/416 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-2	-3	45	15-45
32	Wąsosz Marianów	S/415 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-1	-2	44	15-45
33	Więcki 1 Szkoła	S/146 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-1,5	-2	40	15-45
34	Więcki 2 Łąki	S/417 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-0,5	-1	28	15-45
35	Więcki 3 Wiadukt	S/418 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-2,5	-3	48	15-45
36	Więcki 4 Dąbrowa	S/419 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-0,5	-1	43	15-45
37	Wrzosy k/Więceek	S/315 15/0,4 kV	ME4	A	6	7,5	-2,5	-3	45	15-45
38	Zawady 1	S/171 15/0,4 kV	ME4	A	6	7,5	-0,5	-1	42	15-45
39	Zawady 1	S/171 15/0,4 kV	ME4	A	6	7,5	-2,5	-3	45	15-45
40	Zawady 1	S/171 15/0,4 kV	ME5	A	5	7,5	-2,5	-3	47	15-45
41	Zawady 2	S/172 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-3,5	-4	40	15-45
42	Zawady 3	S/173 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-1,5	-2	48	15-45

43	Zawady 4	S/513 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-1,5	-2	48	15-45
44	Zawady 5 Piwna	S/543 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-0,5	-1	45	15-45
45	Zawady Ośrodki Wczsowe	S/119 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-0,5	-1	48	15-45
46	Zbory 1 Wieś	S/120 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-2	-3	44	15-45
47	Zbory 2	S/370 15/0,4 kV	ME5	A	4	7,5	-1,5	-2	43	15-45

Dla powyższych klas oświetleniowych , zgodnie z PN-EN 13201 – 2 **zalecane są (!)** określone minimalne wymagania.

Zalecane parametry zawarte są w poniższej tabeli.

L - jest średnią luminancją drogi, która w czasie eksploatacji oświetlenia ma być utrzymana, U₀ - całkowita równomierność wyrażona stosunkiem najmniejszej do średniej luminancji na drodze, U₁ - równomierność wzdłużna wyrażona stosunkiem najmniejszej do największej luminancji na osi środkowej pasa ruchu, SR - jest stosunkiem średniego natężenia oświetlenia na pasach bezpośrednio obok krawędzi jezdni i średniego natężenia oświetlenia na bezpośrednio przylegającym pasie jezdni. Kryterium SR jest ważne dla uczynienia widocznym bezpośredniego otoczenia drogi.

Tab. Nr. 2 Minimalne wymagania dla poszczególnych klas oświetleniowych

Klasa	Luminancja jezdni przy suchej nawierzchni			Przyrost wartości progowej TI w % ¹⁾	Stosunek natężenia oświetlenia otoczenia SR ²⁾ [wartość najniższa]	
	L w cd m ⁻² [wartość najniższa, wartość oczekiwana]	U ₀ [wartość najniższa]	U ₁ [wartość najniższa]			
ME 1	2,0	0,4	0,7	10	0,5	
ME 2	1,5					
ME 3a	1,0					
ME 3b						0,6
ME 3c						0,5
ME 4a	0,75					0,6
ME 4b		0,5				
ME 5	0,5	0,35	0,4			
ME 6	0,3					-
1) Dodatkowy wzrost TI o 5% może być dopuszczony przy stosowaniu źródeł światła o małej luminancji.						
2) To kryterium jest tylko do zastosowania, gdy nie graniczy z jezdnią żadna powierzchnia ruchu ze swoimi wymaganiami.						
klasa	Poziome natężenie oświetlenia					
	E _{sr} (1) w lx (wartość najniższa, wartość oczekiwana)	E _{min} w lx (wartość oczekiwana)				
S4	5	1				

1) Aby zapewnić określoną równomierność musi rzeczywista wartość średniego natężenia oświetlenia nie przekraczać 1,5-krotnej średniej wartości przewidzianej dla tej klasy.

Dane do projektu zostały przyjęte z inwentaryzacji przeprowadzonej w terenie i danych z rysunków obwodów oświetleniowych (odległości) . Dobór kategorii oświetleniowych został ustalony na podstawie kategorii własności dróg, funkcji dróg i zaobserwowanych sytuacji oświetleniowych.

Na podstawie danych zebranych w inwentaryzacji przeprowadzono symulację doboru opraw różnych producentów dla konkretnych warunków instalacji opraw (decydującym parametrem do obliczeń była odległość między słupami i możliwa wysokość montażu opraw oraz odległość od krawędzi jezdni ograniczona długością wysięgnika do 2 m. Wybrano oprawy produkcji firmy Siteco Lighting typu ST50 i ST100. Zakres mocy opraw od 70W do 150W.

Oprawy te charakteryzują się prostą konstrukcją, niską wagą, oraz właściwościami regulacji zawieszenia i rozsyłu światła pozwalającymi dobrać geometrię i nastawy oprawy dla uzyskania optymalnych parametrów oświetlanej drogi. Oprawy te w sposób najpełniejszy pozwalają na uzyskanie maksymalnie bliskich lub zgodnych z oczekiwanymi wartości parametrów oświetlenia. W zakresie modernizacji oświetlenia postanowiono wymienić 100% istniejących wysięgników, a w związku z tym nie jest bezwzględnie wymagane aby oprawy posiadały regulację kąta nachylenia. W zaproponowanych oprawach optymalne parametry uzyskuje się głównie dzięki regulacji pozycji reflektora (odbłyśnika).

W wyniku analizy dokumentów z inwentaryzacji zaobserwowano, że w wielu miejscach oprawy umieszczano na co drugim, a nawet co trzecim słupie. Aby spełnić wymagania normy, należy oprawy zainstalować na każdym słupie. W chwili obecnej sytuacja finansowa Gminy nie pozwala na takie rozwiązanie, dlatego też obliczenia wykonano dla warunku optymalnego, tj. sytuacji, w której oprawy są instalowane na każdym słupie i jest to stan docelowy, do którego Gmina ma dążyć w miarę uzyskiwanych funduszy. W pierwszym etapie modernizacji zostaną wymienione tylko istniejące oprawy.

Dane uzyskane z inwentaryzacji (szerokość drogi, moduł odległości między słupami (oprawami) oraz moc oprawy dla danego odcinka wynikającą z wyliczeń pokazano w tabeli nr 1 zamieszczonej wcześniej.

W celu uzyskania optymalnych parametrów – zgodnych z PN – EN 13201 dobrano odpowiednie wysięgniki, na których zostaną zawieszane oprawy. Zestawienie tych wysięgników podano w tabelach montażowych dla poszczególnych stacji transformatorowych.

Wszystkie wyliczenia parametrów oświetleniowych muszą być poprzedzone wyliczeniem tzw. współczynnika zapasu. Projektant musi tak dopasować wszystkie elementy systemu oświetlenia, żeby wymagane normą parametry były spełnione tuż po wykonaniu modernizacji, ale i również po kilkunastu latach eksploatacji (przewidywany racjonalny czas eksploatacji przyjęto na 15 lat). Dobranie odpowiedniego współczynnika zapasu powoduje, że w początkowym czasie świecenia parametry są wyższe od wymaganych , z czasem zmniejszają się, ale są na każdym etapie powyżej minimalnych wymaganych normą.

Analiza kosztów konserwacji systemów oświetlenia ulicznego podnosi szereg kwestii, które wzajemnie na siebie oddziałują.

Możliwe jest założenie długich okresów eksploatacji oświetlenia bez dokonywania niektórych zabiegów konserwacyjnych jak np. mycie kloszy opraw. Zmniejsza to nakłady na konserwację ale wymaga zwiększenia kosztów wykonania systemu, który musi zakładać odpowiednio zwiększony zapas eksploatacyjny. Współczynnik zapasu zależy od wyboru sprzętu oświetleniowego, przyjętego sposobu wykonywania konserwacji, którego właściwy dobór zapewnia jakość oświetlenia na oczekiwanym poziomie przez cały okres eksploatacji systemu oświetlenia. Współczynnik zapasu (k) powinien uwzględniać wszystkie elementy, które wpływają na zmianę parametrów oświetleniowych w trakcie eksploatacji. Odwrotnością

współczynnika zapasu jest wskaźnik utrzymania. Niżej wymieniono elementy wpływające na zmiany parametrów oświetleniowych i określone cząstkowe wartości wskaźników utrzymania. Elementami tymi są:

- zmiany warunków zasilania systemu oświetleniowego, wpływ temperatury itp. (u1),
- zmiany parametrów opraw na skutek starzenia użytych do ich wykonania materiałów (u2),
- zmiany parametrów nawierzchni – charakterystyki odbiciowej (u3)
- wypadanie pojedynczych źródeł światła (u4),
- spadek strumienia świetlnego źródeł światła w czasie eksploatacji (u5)
- zmiany parametrów na skutek zabrudzenia opraw (u6).

Wskaźnik utrzymania jest iloczynem wskaźników cząstkowych pochodzących od wymienionych elementów.

Wskaźniki utrzymania od u1 do u6 przyjęto następująco:

$$u1 = 1,00$$

$$u2 = 0,92$$

$$u3 = 1,00$$

$$u4 = 1,00$$

$$u5 = 0,90$$

$$u6 = 0,93$$

$$U = u1 \times u2 \times u3 \times u4 \times u5 \times u6$$

$$U = 0,77 - \text{wskaźnik zapasu}$$

Współczynnik zapasu jest odwrotnością wskaźnika utrzymania zatem:

$$k = 1/u \quad u = 1 / 0,77 = 1,3$$

Wyznaczony na potrzeby niniejszego projektu wskaźnik utrzymania wynosi 0,77 tj. współczynnik zapasu 1,3.

Obliczenia parametrów oświetleniowych wykonano za pomocą programu DIALUX .

Program DIALUX i baza danych są ogólnodostępnymi programami.

Wyliczono parametry , które wyszczególniono w tab. Nr 2:

- średnią luminancję
- luminancję ogólną
- luminancję wzdłużną
- przyrost wartości progowej
- stosunek natężenia otoczenia

Dodatkowo wyliczono poziomy średnich wartości natężenia oświetlenia i równomierności oświetlenia dla dróg kategorii oświetleniowej S4.

Obliczenia wykonano dla 2 lub 1 pasa jezdni, dla dwóch obserwatorów:

Poziomy parametrów luminancji i natężenia oświetlenia przedstawiono dla każdego odcinka oddzielnie w wydrukach fotometrycznych dla wszystkich punktów siatki obliczeniowej.

Wydruki wyników obliczeń przedstawiają również dane opraw oświetleniowych, geometrię ich zawieszenia oraz nastawy elementów regulacyjnych.

UWAGA!

Dla niektórych ulic nie wykonano wyliczeń parametrów z uwagi na powtarzalność wymagań oraz geometrii drogi i zawieszenia opraw. Dobór opraw i geometria ich montażu została przeprowadzona przez analogię z wyliczonymi odcinkami.

Oferty równoważne

W zakresie ofert równoważnych zaproponowane oprawy oświetleniowe muszą spełniać podstawowe wymagania w zakresie szczelności oraz klasy izolacji.

Dla opraw oświetlenia drogowego wymagane jest:

- klasa izolacji II,
- szczelność w komorze lampowej min. IP65,
- szczelność w komorze osprzętu min. IP43,
- szczelność w przypadku opraw jednokomorowych min. IP65.

Ofertę można uznać za równoważną jeżeli osiągnęte poziomy parametrów oświetleniowych przy zastosowaniu zamiennych materiałów (opraw) będą nie gorsze od wyliczonych i wykazanych dla opraw według projektu Zamawiającego. Na Wykonawcy ciąży obowiązek udokumentowania spełnienia wymagań poprzez wykonanie i załączenie do oferty projektu oświetleniowego zawierającego wszystkie elementy zawarte w projekcie Zamawiającego. Obliczenia oraz prezentacja wyników obliczeń musi być w pełni zgodna z przyjętymi w projekcie Zamawiającego parametrami projektu tj. identyczna geometria dróg i usytuowania słupów, identyczny poziom współczynnika zapasu (ew. odwrotności - wskaźnika utrzymania), parametrów rodzaju nawierzchni, parametrów – położenia obserwatorów, oraz wydruki muszą zawierać wszystkie wyliczone parametry dla punktów zgodnie z siatką obliczeniową projektu Zamawiającego.

Zakres prac przewidzianych w I etapie modernizacji oświetlenia i opis ich wykonania.

I etap modernizacji oświetlenia w Gminie Popów polega na wymianie istniejących opraw oświetleniowych wraz z niezbędnym osprzętem. Zakres wymiany szczegółowo opisują zestawienia montażowe zamieszczone na stronach kolejnych.

Wykonawca zobowiązany jest do przestrzegania zasad współpracy z energetyka zawodową zgodnie obowiązującymi instrukcjami w Koncernie Energetycznym ENION SA Oddział Częstochowa, Rejon Dystrybucji Kłobuck.

W zakresie przewidzianych robót Wykonawca ma za zadanie dokonać demontażu istniejących opraw oświetleniowych wraz z osprzętem podlegającym wymianie i dokonać montażu opraw zgodnie z projektem wraz z osprzętem zgodnie z zestawieniami montażowymi.

Oprawy oświetleniowe winny być montowane na konstrukcjach wsporczych (wysięgniki) o wymiarach podanych w zestawieniach montażowych. Wymiar ramienia pionowego wysięgnika uwzględnia mocowanie boczne (przy użyciu uchwytów hakowych) do słupów na długości od 0,5 do 1,0 metra w sposób gwarantujący wyniesienie oprawy na wysokość wymaganą i opisaną w obliczeniach fotometrycznych. Wysięgniki muszą być zabezpieczone antykorozyjnie poprzez cynkowanie. Przewody wysięgnikowe muszą być wykonane w podwójnej izolacji o napięciu próby 750V oraz umieszczone w wysięgnikach i słupach metalowych w dodatkowej osłonie z rury karbowanej izolacyjnej przy czym w dolnej części wysięgnika (słupa) rura izolacyjna musi wystawać poza krawędź rury wysięgnika min. 10 cm. Konieczne jest znakowanie elementów pozostających na majątku Urzędu Gminy. Z uwagi na instalację nowych wysięgników, które trwale będą zainstalowane w systemie (możliwa jest przecież wymiana w trakcie eksploatacji opraw) oznaczenie należy wykonać na wysięgnikach poprzez umieszczenie napisu czarnego na żółtym tle „ UG” (pasek na obwodzie rury wysięgnika długości ok.25 cm. koloru żółtego z napisem jak wyżej w kolorze czarnym).

Wszystkie wysięgniki nowo zamontowane należy połączyć z przewodem zerowym – zerowanie wysięgników – przewodem Al. 1x16mm². Zabezpieczenie opraw wykonać przez instalację gniazd bezpiecznikowych typu SV.

Wykonawca zobowiązany jest wykonać dokumentację powykonawczą spełniającą wymagania miejscowego Rejonu Dystrybucji.