

prof. dr hab. inż. WŁADYSŁAW DYBCZYŃSKI
Politechnika Białostocka
mgr inż. ANDRZEJ PAWLAK
dr inż. AGNIESZKA WOLSKA
Centralny Instytut Ochrony Pracy

Oświetlenie na placach budowy

Oświetlenie terenu budowy oraz poszczególnych, a zwłaszcza niestacjonarnych, stanowisk pracy powinno być tak zaprojektowane, aby pracownicy mogli swobodnie poruszać się po całym obszarze oraz widzieć wyraźnie przedmioty pracy wzrokowej podczas wykonywania określonych czynności. Oświetlenie terenów budowy wiąże się z następującymi rodzajami oświetlenia:

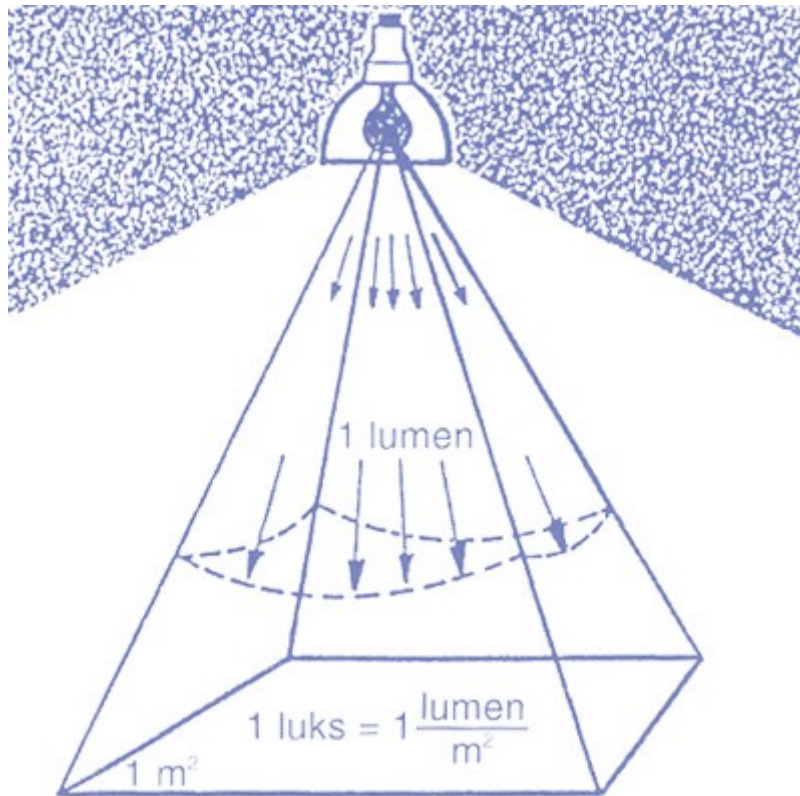
- oświetleniem ogólnym [1] - równomierne oświetlenie obszaru bez uwzględnienia szczególnych wymagań dotyczących oświetlenia niektórych jego części;
- oświetleniem miejscowym [1] - oświetlenie przedmiotu pracy wzrokowej z uwzględnieniem szczególnych potrzeb oświetleniowych (doświetlenie stanowiska obsługi np. z pilarką tarczową, betoniarką oraz przy wykonywaniu różnego rodzaju czynności wykończeniowych itp.).

Wybór odpowiedniego rodzaju oświetlenia zależy od wymaganego poziomu natężenia oświetlenia oraz od wielkości pola powierzchni oświetlanej. Im większa powierzchnia powinna być w miarę równomiernie oświetlona, tym bardziej wskazane byłoby oświetlenie ogólne. Natomiast przy oświetlaniu małej powierzchni pracy wystarczające jest oświetlenie miejscowe, czyli oświetlenie tej powierzchni odpowiednio dobraną oprawą lub oprawami oświetleniowymi. Podczas prac pomocniczych i wykończeniowych wykonywanych na zewnątrz, w wielu przypadkach może wystarczyć doświetlenie miejscowe.

Oświetlenie stanowisk pracy na terenach budowy ocenia się na podstawie następujących podstawowych parametrów:

- poziomu natężenia oświetlenia,
- oświetlenia,
- ograniczenia oślnienia bezpośredniego,
- tętnienia światła.

Natężenie oświetlenia (wyrażone w luksach, lx) określa gęstość powierzchniową strumienia świetlnego na danej płaszczyźnie, czyli odzwierciedla ilość strumienia świetlnego padającego na tę płaszczyznę ([rys.1](#)). Każda praca wzrokowa wymaga, aby przedmiot pracy wzrokowej był oświetlony do pewnego minimalnego poziomu natężenia oświetlenia, który uwidoczni szczegóły przedmiotu pracy wzrokowej i umożliwi człowiekowi wykonywanie danej czynności. Dlatego odpowiednie normy podają najmniejsze średnie natężenie oświetlenia dla poszczególnych rodzajów czynności wykonywanych na różnych stanowiskach pracy.



Rys. 1. Graficzne przedstawienie strumienia świetlnego oraz natężenia oświetlenia

Równomierność oświetlenia (δ) na danej powierzchni jest to stosunek najmniejszego zmierzonego natężenia oświetlenia E_{min} do średniego natężenia oświetlenia E_{sr} określonych na tej powierzchni:

$$\delta = \frac{E_{min}}{E_{sr}}$$

gdzie:

$$E_{sr} = (E_1 + E_2 \dots + E_n)/n,$$

E_n - wartość natężenia oświetlenia w poszczególnych punktach pomiarowych,
 n - liczba punktów pomiarowych.

Ograniczenie olśnienia bezpośredniego. Niewłaściwe usytuowanie opraw oświetleniowych może prowadzić do obniżenia zdolności spostrzegania, jeśli w polu pracy wzrokowej będzie znajdowała się nadmiernie jaskrawa część oprawy oświetleniowej powodując występowanie zjawiska olśnienia. Tymczasowość instalacji oświetleniowych na terenach budowy nie upoważnia osób odpowiedzialnych za ich oświetlenie do lekceważenia wymagań dotyczących zapewnienia odpowiedniego poziomu natężenia oświetlenia oraz ograniczenia ujemnego wpływu olśnienia.

Tętnienie światła. Tętnienie światła są to zmiany światła zachodzące w rytm zmian prądu przemiennego - od wartości minimalnej do maksymalnej [1]. Oko może dostrzegać duże zmiany strumienia świetlnego z częstotliwością 50 Hz, co wpływa na nadmierne obciążenie systemu adaptacji oka. Tętnienie światła może niekorzystnie wpływać na samopoczucie pracowników. W skrajnych przypadkach może stwarzać efekt stroboskopowy (elementy wirujące postrzegane są jako nieruchome).

WYMAGANIA

Poziom natężenia oświetlenia oraz jego równomierność

Wymagania szczegółowe dotyczące najmniejszego średniego dopuszczalnego poziomu natężenia oraz równomierności oświetlenia na terenach budowy podano w tablicy 2.3.1. zamieszczonej w polskiej normie

PN-E-02034:1971 [2]. Dane te odnoszą się do czynności wzrokowych bez względu na to, czy są one w tej normie wyraźnie wymienione, czy też podano tylko miejsce, w którym mają być wykonywane.

Powierzchnia, do której odnoszą się podane wartości natężenia oświetlenia i równomierności obejmuje całe pole powierzchni związane z czynnością wzrokową, tj. pole umownej płaszczyzny poziomej, która znajduje się:

- na rzeczywistej wysokości płaszczyzny pracy wzrokowej - w pomieszczeniach, w których czynność wzrokowa odnosi się do przedmiotów, np. na stołach roboczych,
- na podłodze - w pozostałych pomieszczeniach,
- na ziemi - na terenach otwartych.

Początkowe natężenie oświetlenia

Wymagany poziom natężenia oświetlenia należy utrzymać przez cały okres eksploatacji. Związane jest to ze starzeniem się oraz zabrudzeniem źródeł światła i powierzchni opraw oświetleniowych odbijających światło. Dlatego za początkowe natężenie oświetlenia należy przyjąć wartości wyższe od najmniejszego średniego natężenia oświetlenia podawanego w normie [2], wprowadzając do obliczeń współczynnik zapasu uwzględniający stopień zanieczyszczenia powietrza i podatność urządzeń na zabrudzenie.

Na terenach budowy współczynnik zapasu, przez który należy pomnożyć wartość natężenia oświetlenia odczytaną z tablicy 2.3.1 podanej w PN-E-02034:1971 [2] wynosi:

- przy najsilniejszym osadzaniu się brudu - 1,8;
- przy średnim osadzaniu się brudu - 1,5;
- przy słabym osadzaniu się brudu - 1,3.

Wartość współczynnika zapasu dla terenu budowy powinna być określona przez projektanta lub inną osobę odpowiedzialną za oświetlenie terenu budowy.

Ograniczenie olśnienia

Ograniczenie olśnienia na stanowisku pracy jest szczególnie ważne i trudne do realizacji w przypadku oświetlenia płaszczyzn pionowych, zwłaszcza przy stosowaniu oświetlenia bocznego. Ograniczenie olśnienia można uzyskać przez: zmianę oprawy oświetleniowej na oprawę o większym kącie ochrony, mniejszej luminancji powierzchni świecącej (np. z szybą mleczną); umieszczenie oprawy wyżej; zmianę kierunku świecenia czy kąta padania wiązki świetlnej i podniesienie luminancji tła (czyli doświetlenie otoczenia). Idealną sytuacją jest oświetlenie stanowisk pracy z dwóch lub więcej stron w celu ograniczenia ostrych cieni. Takie usytuowanie opraw oświetleniowych jest jednak często bardzo trudne. Jest to jednym z argumentów przemawiających za stosowaniem opraw o odpowiedniej jakości.

ŹRÓDŁA ŚWIATŁA STOSOWANE DO OŚWIETLANIA TERENÓW BUDOWY

Do oświetlenia otwartych terenów budowy najczęściej stosuje się lampy sodowe wysokoprężne, lampy rtęciowe wysokoprężne oraz metalohalogenkowe (rys. 2). Rzadziej używa się świetlówek i żarówek, którymi najczęściej oświetla się wnętrza. Wynika to z parametrów charakterystycznych dla poszczególnych źródeł światła.



Rys. 2. Lampy rtęciowe wysokoprężne i metalohalogenkowe: a - lampa rtęciowa wysokoprężna z luminoforem, b, c - lampy metalohalogenkowe, d - lampa metalohalogenkowa krótkoślukowa

O wyborze określonego źródła światła decydują następujące jego parametry: strumień świetlny, skuteczność świetlna, barwa światła, wskaźnik oddawania barw, trwałość.

- Strumień świetlny - odzwierciedla ilość światła emitowanego przez dane źródło światła. Wraz ze wzrostem mocy danego źródła światła wzrasta ilość strumienia świetlnego emitowanego przez to źródło.
 - Skuteczność świetlna jest to stosunek strumienia świetlnego, emitowanego przez źródło światła, do mocy pobieranej przez to źródło [lm/W]. Im większa jest wartość skuteczności świetlnej, tym źródło jest bardziej energooszczędne.
 - Barwa światła określana jest za pomocą tzw. temperatury barwowej najbliższej (T_c), którą podaje się w kelwinach (K). Pojęcie to wiąże się z odbieranym wrażeniem barwy emitowanego światła przez dane źródło ocenianym jako barwa ciepła, neutralna i chłodna. Wyróżniamy następujące grupy barwy światła:
 - ciepłobiała (do 3 300 K, np. żarówka, lampa sodowa wysokoprężna, świetlówka o barwie ciepłej),
 - biała (od 3 300 K do 5 000 K, np. lampa metalohalogenkowa, świetlówka o barwie białej),
 - dzienna (powyżej 5 000 K, np. lampa rtęciowa wysokoprężna, świetlówka o barwie dziennej).
 - Wskaźnik oddawania barw (R_a), charakteryzuje stopień, z jakim postrzegane barwy przedmiotów oświetlonych danym źródłem światła odpowiadają barwom tych samych przedmiotów oświetlonych określonym źródłem odniesieniowym. Maksymalna możliwa wartość tego wskaźnika wynosi 100. Przyjmuje się ją dla światła dziennego i większości źródeł żarowych. Wartości zbliżone do 100 charakteryzują najlepsze właściwości oddawania barw. Na terenach budowy wskaźnik oddawania barw powinien zawierać się w przedziale 40-80. Dla robót wymagających dobrego rozróżniania barw (np. malowanie, roboty wykończeniowe we wnętrzach) wskaźnik ten powinien przyjmować wartość większą z wymienionego przedziału.
 - Trwałość charakteryzuje czas świecenia źródła światła do chwili jego „przepalenia”, albo do znaczącego spadku strumienia świetlnego emitowanego przez nie (najczęściej do 30% jego początkowej wartości). Parametr ten ma duże znaczenie np. przy oprawach zamontowanych w miejscach trudno dostępnych, w których najlepiej instalować źródła światła o dużej trwałości.
- **Lampy sodowe wysokoprężne** wyposażone są w trzonek gwintowy E 27 (moce 50 i 70W) lub E 40 w przypadku większych mocy (do 1 000 W). Barwa światła jest żółto-pomarańczowa. Wskaźnik oddawania barw lamp standardowych jest niski ($R_a \sim 20$), a lamp o podniesionych właściwościach oddawania barw wynosi 60-85. Skuteczność świetlna zawarta jest w przedziale od 44 lm/W do 139 lm/W. Trwałość standardowych lamp sodowych wysokoprężnych dochodzi do 20 000 h. Lampy sodowe współpracują ze statecznikiem i z urządzeniem zapłonowym. Lampy te mogą pracować w dowolnych pozycjach (pionowa, pozioma lub pochyła).
- **Lampy rtęciowe wysokoprężne** wyposażone są w trzonek gwintowy E 27 (moce 50,80 i 125 W) lub E 40 w przypadku większych mocy (do 1 000 W). Barwa światła jest zbliżona do dziennej. Wskaźnik oddawania barw nie przekracza wartości 60. Skuteczność świetlna zawiera się w przedziale od 32 lm/W do 61 lm/W. Trwałość lamp rtęciowych dochodzi do 20 000 h. Lampy te charakteryzują się dowolną pozycją pracy i współpracują ze statecznikiem oraz - w przypadku wyższych mocy - z urządzeniem zapłonowym.
- Odmianą lamp rtęciowych wysokoprężnych są lampy rtęciowo-żarowe używane jako zamiennik lamp rtęciowych. Nie wymagają one stosowania statecznika w układzie zasilającym ani urządzenia zapłonowego. Skuteczność świetlna lamp rtęciowo-żarowych nie przekracza 30 lm/W. Lampy te mają moc od 100 do 500 W, wskaźnik oddawania barw wynosi od 40 do 75. Trwałość tych lamp wynosi 1 000 h. Stosując je należy przestrzegać zalecanych przez producenta pozycji podczas pracy.
- **Lampy metalohalogenkowe** mają polepszony wskaźnik oddawania barw i skuteczność świetlną. Wyglądem są zbliżone do lamp rtęciowych, lecz bańka zewnętrzna nie jest pokryta luminoforem. Lampy rtęciowe z halogenkami współpracują ze statecznikiem i z urządzeniem zapłonowym. Trwałość tych lamp, w zależności od typu wynosi od 3 000 h do 20 000 h. Barwa światła tych źródeł może być biała lub dzienna (chłodnobiała). Wskaźnik oddawania barw zależy od typu lampy i zawiera się w przedziale 60-95. Stosując te lampy należy przestrzegać zalecanych przez producenta pozycji przy pracy.

- **Światłówki** współpracują ze statecznikiem, a uruchamia je zapłonnik. Światłówki produkowane są w pełnym zakresie temperatur barwowych (od ciepłobiałych do dziennych), jak również o wskaźnikach oddawania barw (R_a) w zakresie od 50 do 98. Przy stosowaniu światłówek do oświetlenia zewnętrznego należy uwzględnić fakt, że wraz ze spadkiem temperatury otoczenia spada emitowany przez nie strumień świetlny nawet 6-krotnie. Dlatego w tych sytuacjach należy stosować światłówki mrozoodporne z amalgamatem i ze specjalnymi osłonami szklanymi, ale należy pamiętać, że wówczas w oprawach musi być układ zapłonowy z dławikiem natychmiastowego zapłonu bez startera.
- **Żarówki głównego szeregu** są najrzadziej stosowanymi źródłami światła na terenach budowy ze względu na ich niską skuteczność świetlną (od 8 do 19 lm/W). Żarówki charakteryzują się ciepłobiałą barwą światła. Wskaźnik oddawania barw jest bliski 100, a trwałość żarówek wynosi 1 000 h. Żarówki głównego szeregu o mocy do 200 W są wyposażone w trzonek gwintowy E 27. Odmianą żarówek głównego szeregu są żarówki halogenowe, w których zwiększona jest skuteczność świetlna do 22 lm/W i trwałość do 2 000 h.

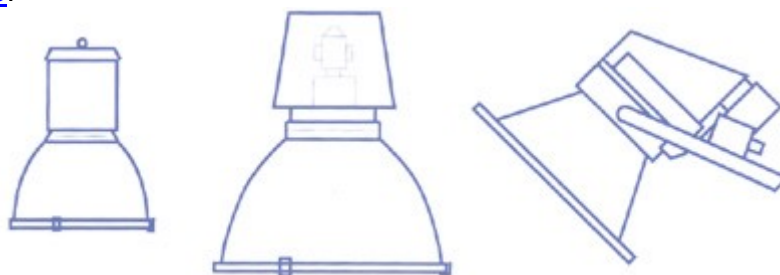
OPRAWY OŚWIETLIOWE STOSOWANE W BUDOWNICTWIE

Oprawa oświetleniowa [3] jest to urządzenie służące do rozsyłu, filtracji i przekształcania strumienia świetlnego jednego lub kilku źródeł światła. Zawiera ona wszystkie elementy niezbędne do podtrzymania, mocowania i zabezpieczenia tych źródeł oraz zawiera też - w razie potrzeby - obwody pomocnicze wraz z elementami potrzebnymi do ich podłączenia do sieci zasilającej. Oprawy mają również za zadanie chronić pracowników przed porażeniem prądem elektrycznym, zagrożeniami termicznymi (promieniowanie podczerwone), promieniowaniem nadfioletowym oraz wysokim ciśnieniem w razie eksplozji źródła.

Wspólną cechą wszystkich opraw oświetleniowych, stosowanych na placach budowy, jest ich zwiększona odporność na udary mechaniczne i odpowiedni - zapewniony przez obudowy - stopień ochrony (IP) zabezpieczający przed dostępem do części niebezpiecznych, wnikaniem obcych ciał stałych, pyłu oraz wody [5]. Na placach budowy należy stosować oprawy o stopniu ochrony co najmniej IP 54.

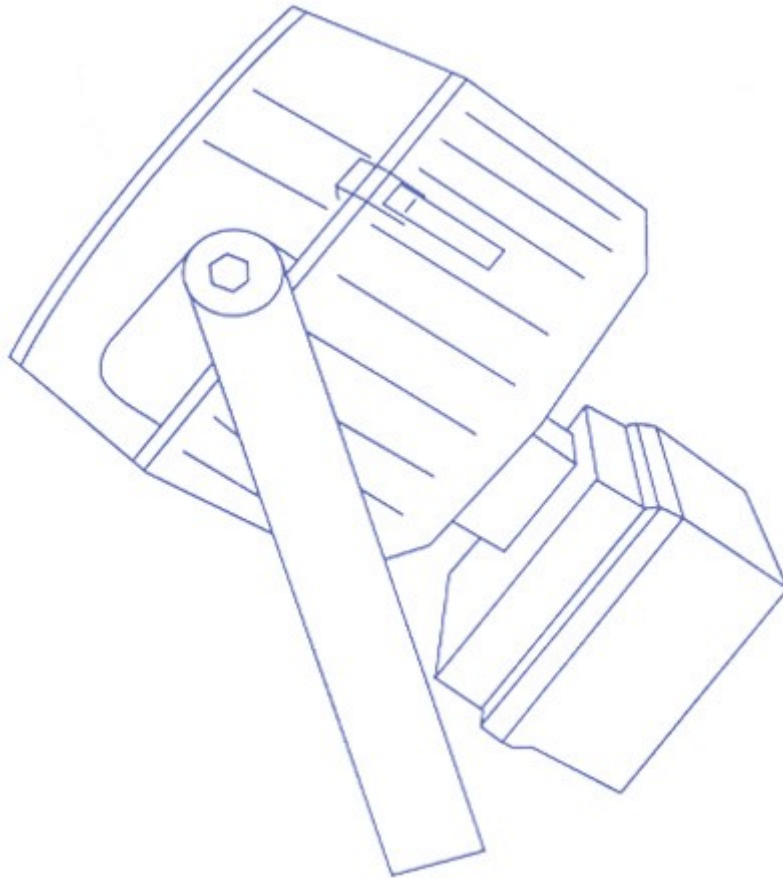
Wymienić można trzy zasadnicze układy świetlno-optyczne stosowane w tych oprawach, od których wywodzą się nazwy sprzętów: reflektory, projektory i naświetlacze.

- **Reflektory** są to oprawy, w których odbłyśnik jest głównym elementem kształtującym wiązkę świetlną. Odbłyśnik ma zazwyczaj kształt obrotowosymetryczny. Sprawność świetlna reflektorów dochodzi do 65%. W reflektorach są stosowane lampy wyładowcze wysokoprężne (sodowe, rtęciowe lub metalohalogenkowe). Zakres mocy wynosi od 250 W do 2 000 W. Kształty spotykanych reflektorów przedstawiono na [rys. 3](#).



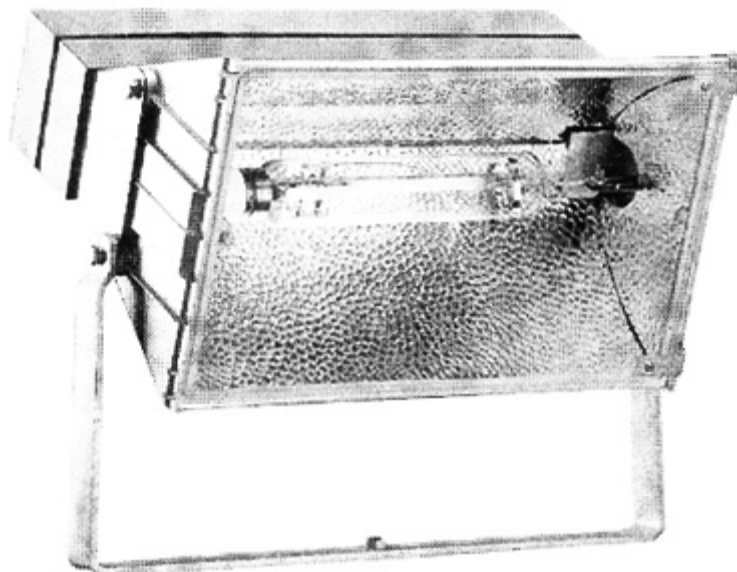
Rys. 3. Reflektory do oświetlenia zewnętrznego

- **Projektory** ([rys. 4](#)) są to oprawy, w których soczewka lub klosz spełniają funkcję głównego elementu kształtującego wiązkę świetlną. Odbłyśnik w tym przypadku pełni rolę pomocniczą. Projektory nadają się do oświetlenia powierzchni roboczej z największych odległości. Sprawność świetlna projektorów jest mała (8%-20%) i dlatego są rzadko stosowane. W projektorach są używane lampy wyładowcze metalohalogenkowe krótkolukowe o mocy od 150 W do 2 000 W.

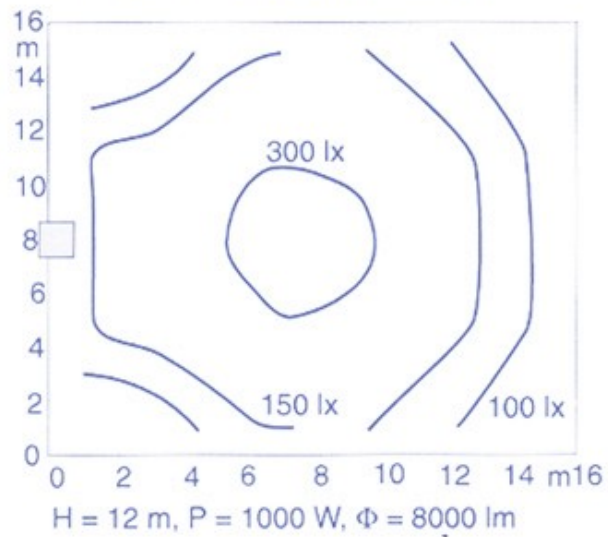
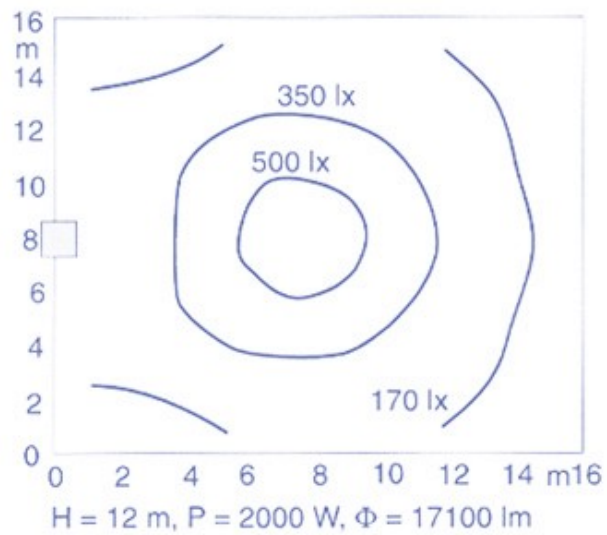
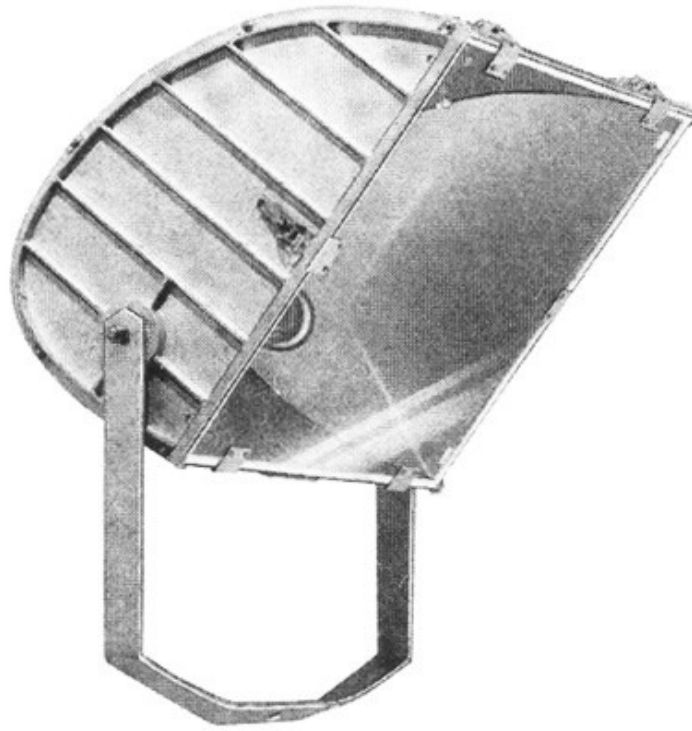


Rys. 4. Widok projektora z lampą krótkoładkową

- **Naświetlacze** są to oprawy, w których - podobnie jak w reflektorach - najistotniejszym elementem jest odbłyśnik. Klosz, raster i przysłony są elementami pomocniczymi. Odbłyśnik w naświetlaczach ma kształt rynny najczęściej o profilu parabolicznym. Stosuje się naświetlacze symetryczne ([rys. 5](#)) oraz asymetryczne, które różnią się profilem odbłyśnika. Profil odbłyśnika naświetlacza asymetrycznego dobierany jest w ten sposób, aby na oświetlanej powierzchni można było uzyskać plamę świetlną o dobrej równomierności natężenia oświetlenia ([rys. 6](#)), pomimo świecenia na powierzchnię roboczą z boku, pod pewnym kątem.



Rys. 5. Budowa naświetlacza symetrycznego



Rys. 6. Naświetlacz asymetryczny i wykresy izoluksów plamy świetlnej

Naświetlacze asymetryczne mogą być łączone w zespoły, z których każdy charakteryzuje się identycznym rozsyłem strumienia świetlnego. W zależności od wymaganej wartości natężenia oświetlenia, zespoły takich naświetlaczy można rozstawić do 80 m jeden od drugiego, a równomierność natężenia oświetlenia jeszcze będzie zadowalająca. Sprawność naświetlaczy asymetrycznych jest nieco mniejsza niż w symetrycznych, ale i tak dochodzi do 60%.

- **Oprawy uliczne** są przeznaczone do oświetlenia wąskich i długich odcinków terenu. W kierunku wzdłuż drogi, jezdnia może być oświetlana w każdą stronę od oprawy do ok. 30-40 m. W kierunku prostopadłym do niego tylko 8-12 m. Głównym elementem kształtującym wiązkę świetlną jest odbłyśnik oraz dodatkowo klosz. Moce źródeł światła w tych oprawach wynoszą od 70 W do 400 W. Stosowane są wyłącznie lampy wysokoprężne (najczęściej sodowe). Całkowita sprawność opraw ulicznych dochodzi do 75%.

WYSOKOŚCI ZAMOCOWANIA OPRAW

Oprawy oświetleniowe przeznaczone do oświetlania placów budowy mogą być mocowane na słupach, masztach i wieżach.

- Wysokość słupów może wynosić od 3 do 20 m, a długość wysięgników - do 3 m; stopy słupa, w zależności od wysokości słupa i od rodzaju podłoża, mogą mieć długość do 1,8 m.
- Maszty i wieże (do wysokości 70 m) wykonuje się najczęściej w postaci kratownicy z różnych profili (stalowe lub aluminiowe). Oprawy oświetleniowe montuje się wtedy na specjalnych galeriach, do których należy zapewnić dostęp umożliwiający montaż, regulację i obsługę sprzętu.

Do oświetlenia terenów zewnętrznych w krótkich okresach czasowych, np.: montaż urządzeń, remont instalacji, prace wykonywane w wykopach itp. oraz do oświetlania wewnątrz w czasie wykonywania prac budowlanych, korzysta się również ze statywów.

Wysokość zawieszenia opraw na takich elementach konstrukcyjnych dobierana jest nie tylko ze względu na zapewnienie wymaganego poziomu natężenia oświetlenia na płaszczyźnie roboczej, ale również ze względu na ograniczenie olśnienia oraz ochronę przed promieniowaniem nadfioletowym. Otwarte oprawy z wysokoprężnymi lampami rtęciowymi oraz lampami metalohalogenkowymi należy instalować na odpowiednio dużej wysokości (mierzonej od podłoża) ze względu na ochronę przed olśnieniem oraz emitowanym promieniowaniem nadfioletowym i podczerwonym. Przykładowe minimalne wysokości zawieszenia tych opraw w zależności od ich mocy przedstawiono w tabeli.

MINIMALNE WYSOKOŚCI ZAWIESZENIA OPRAW W ZALEŻNOŚCI OD MOCY ŹRÓDŁA

Moc źródła (lampa rtęciowa lub metalohalogenkowa) [W]	Minimalna wysokość zawieszenia [m]
80	3,2
125	3,7
250	4,3
400	6,1
700	7,3
1000	8,6

ROZMIESZCZENIE OPRAW OŚWIETLENIOWYCH

W celu uzyskania poziomu natężenia oświetlenia oraz równomierności oświetlenia zgodnych z polską normą [2], oprawy oświetleniowe powinny być rozmieszczone według następujących zaleceń:

1. odległość między sąsiednimi słupami (masztami, wieżami) - d zależy od wysokości zawieszenia oprawy h i powinna wynosić odpowiednio: dla opraw szerokostrumiennych nie więcej niż $d = 3h$, natomiast dla opraw o węższym strumieniu nie powinna być większa niż $d = 1,5h$;
2. usytuowanie słupów czy masztów oświetleniowych nie może kolidować z ruchem pojazdów i pracowników czy wykonywaniem planowanych prac ziemnych;
3. słupów oraz masztów nie należy sytuować w miejscu przebiegu instalacji podziemnych oraz poprowadzonych na powierzchni gruntu;

4. jeśli plac budowy sąsiaduje z zasiedlonymi budynkami (budownictwo typu plombowego), zainstalowane oprawy nie mogą świecić w okna tych budynków;
5. szczególną uwagę należy zwrócić na oświetlenie miejsc niebezpiecznych, takich jak: wąskie przejścia, wykopy, nie zagrodzone schody, szyby wind, podesty itp.

Z punktu widzenia jakości oświetlenia oraz rachunku ekonomicznego, bardziej korzystne jest stosowanie mniejszej liczby wysokich masztów niż większej liczby masztów niższych. Maszty niższe należy stosować do oświetlenia obszarów o większych wymaganiach dotyczących poziomu natężenia oświetlenia.

Oprawy montowane na szczycie wysokich masztów powinny charakteryzować się skupioną wiązką świetlną (np. projektory, reflektory wąskostrumienne), natomiast oprawy montowane np. w połowie wysokości wysokiego masztu lub na masztach niższych mogą mieć szerszą wiązkę świetlną (np. naświetlacze symetryczne o szerokim rozsyle strumienia świetlnego). Instalowanie opraw na ruchomych dźwigach można traktować jako oświetlenie dodatkowe. Nie należy montować opraw na elementach obracających się.

EKSPLLOATACJA URZĄDZEŃ OŚWIETLENIOWYCH

Urządzenia oświetleniowe powinny być zawsze sprawne, co zapewniają przeprowadzane regularnie zabiegi konserwacyjne. Polegają one na czyszczeniu i myciu opraw oraz źródeł światła, jak też wymianie źródeł światła nieświejących, tętniących, czy mocno zaczernionych na końcach. W zależności od warunków, w jakich pracują oprawy oświetleniowe, zabiegi konserwacyjne należy przeprowadzać odpowiednio co 5 miesięcy przy średnim osadzaniu się zanieczyszczeń oraz co 2 miesiące przy silnym osadzaniu się zanieczyszczeń. Okresy te dotyczą nowych opraw. W przypadku opraw już użytkowanych przez jakiś czas, okresy te ulegają skróceniu.

Często w budowanych obiektach, np. przemysłowych, urządzenia oświetleniowe montowane są przed innymi instalacjami i montażem urządzeń technologicznych (możliwość kucia, malowania itp.). Wówczas, aby ochronić oprawy przed zniszczeniem, należy je dobrze osłaniać.

Przy eksploatacji urządzeń oświetleniowych trzeba zwrócić uwagę na wartość napięcia zasilającego. W razie dużych spadków napięcia [4], poniżej 10% napięcia znamionowego sieci, występuje zmniejszenie strumienia świetlnego emitowanego przez źródła światła oraz istnieje możliwość wystąpienia problemów z zapłonem wyładowczych źródeł światła. Natomiast wzrost napięcia powyżej 6% napięcia znamionowego sieci wpływa na skrócenie trwałości źródeł światła

WYKAZ NORM *(Stan aktualny na rok 1999)*

[1] PN-E-02033:1984 *Oświetlenie wewnątrz światłem elektrycznym*

[2] PN-E-02034:1971 *Oświetlenie elektryczne terenów budowy, przemysłowych, kolejowych i portowych oraz dworców i środków transportu publicznego*

[3] PN-IEC 598-I+AI:1994 *Oprawy oświetleniowe. Wymagania ogólne i badania*

[4] PN-E-02000:1988 *Napięcia znamionowe*

[5] PN-E-08106:1992 *Stopnie ochrony zapewnione przez obudowy (kod IP)*