

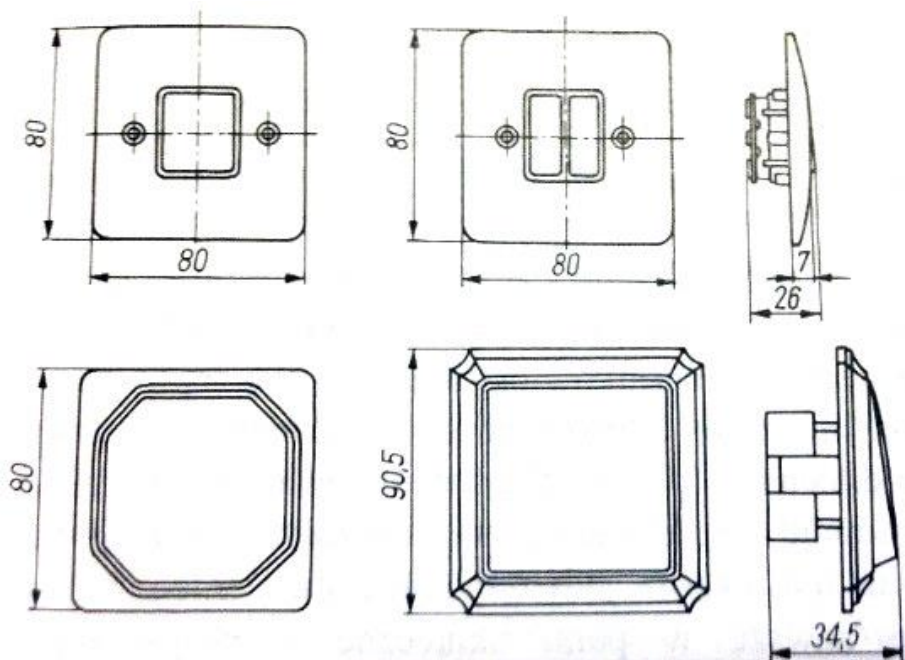
Moduł 3

Łączniki niskiego napięcia i źródła światła

1. Ręczne łączniki niskiego napięcia
2. Automatyczne łączniki niskiego napięcia
3. Klasyfikacja źródeł światła
4. Ogólna charakterystyka opraw oświetleniowych
5. Elektryczne oświetlenie wnętrz
6. Zasady oceny jakości oświetlenia na podstawie pomiarów

1. Ręczne łączniki niskiego napięcia

W łącznikach ręcznych położenie styków ruchomych zmienia się ręcznie za pomocą specjalnych dźwigni napędu. W zależności od przeznaczenia i prądu znamionowego występują różne konstrukcje łączników ręcznych.



Rysunek 1 Przykłady budowy łączników puszkowych klawiszowych

Źródło: H. Markiewicz, *Instalacje elektryczne, WNT, Warszawa 2003, 82 s.*

Łączniki niskiego napięcia są wykonywane na prądy przemiennie (AC) i stałe (DC). Wśród łączników prądu przemiennego wyróżnia się następujące kategorie użytkowania:

Łączniki manewrowe – styczniki:

- AC-1 – mają zastosowanie przy obciążeniach nieindukcyjnych lub małoindukcyjnych, np. piece oporowe,
- AC-2 – do rozruchu i wyłączania silników indukcyjnych pierścieniowych,
- AC-3 – do rozruchu i wyłączania przy pełnej prędkości obrotowej silników klatkowych,
- AC-4 – rozruch, impulsowanie, hamowanie przeciwnym rewersowaniem (nawracanie) silników indukcyjnych zwartych,
- AC-5a – sterowanie lamp wyładowczych,
- AC-5b – łączenie żarówek,
- AC-6a – łączenie transformatorów,
- AC-6b – łączenie baterii kondensatorów,
- AC-7a – obciążenie małoindukcyjne w gospodarstwie domowym i w podobnych zastosowaniach,
- AC-7b – łączenie silników stosowanych w gospodarstwie domowym,
- AC-8a – sterowanie silników sprężarek hermetycznych czynnika chłodzącego z ręcznym przestawianiem wyzwalaczy przeciążeniowych,
- AC-8b – z samoczynnym przestawianiem wyzwalaczy przeciążeniowych.

Rozłączniki, odłączniki, rozłączniki izolacyjne, rozłączniki z bezpiecznikami:

- AC-20A¹, AC-20B – łączenie bez obciążenia (zamykanie i otwieranie),
- AC-21A, AC-21B – łączenie obciążeń rezystancyjnych, również przy umiarkowanych przeciążeniach,
- AC-22A, AC-22B – łączenie obciążeń mieszanych rezystancyjnych i indukcyjnych, również przy umiarkowanych przeciążeniach,
- AC-23A, AC-23B – łączenie obciążeń silnikowych lub innych o dużej indukcyjności.

Wśród łączników prądu stałego wyróżnia się następujące kategorie użytkowania:

Łączniki manewrowe – styczniki:

- DC-1 – mają zastosowanie przy obciążeniach nieindukcyjnych lub małoindukcyjnych, np. piece oporowe,
- DC-3 – silniki bocznikowe – rozruch, impulsowanie, hamowanie przeciwwprądem, rewersowanie, wyłączanie dynamiczne,
- DC-5 – silniki szeregowo – rozruch, impulsowanie, hamowanie przeciwwprądem, rewersowanie, wyłączanie dynamiczne,
- DC-6 – łączenie żarówek.

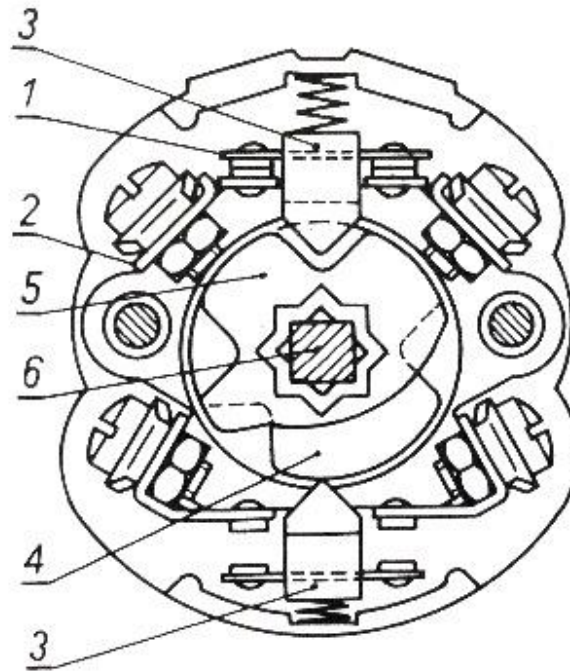
Rozłączniki, odłączniki, rozłączniki izolacyjne, rozłączniki z bezpiecznikami:

- DC-20A, DC-20B – łączenie bez obciążenia (zamykanie i otwieranie),
- DC-21A, DC-21B – łączenie obciążeń rezystancyjnych, również przy umiarkowanych przeciążeniach,
- DC-22A, DC-22B – łączenie obciążeń mieszanych rezystancyjnych i indukcyjnych, również przy umiarkowanych przeciążeniach, np. silników bocznikowych,
- DC-23A, DC-23B – łączenie obciążeń o dużej indukcyjności, np. silników szeregowych.

Łączniki manewrowe ręczne mogą być stosowane do sterowania obwodów i odbiorników, które z zasady działania lub rodzaju zainstalowanych urządzeń nie mogą być przeciążone w stopniu zagrażającym zniszczeniem instalacji lub urządzeń, gdyż w obwodach takich często jedynym zabezpieczeniem przed skutkami przetężeń są nie zawsze w pełni skuteczne bezpieczniki. W obwodach zaś, w których przeciążenia są możliwe, np. w obwodach z silnikami, należy zainstalować dodatkowo styczniki z przekaźnikami termobimetalowymi lub wyłączniki.

Do najbardziej rozpowszechnionych łączników ręcznych przemysłowych zalicza się łączniki warstwowe krzywkowe i drążkowe. W łącznikach warstwowych krzywkowych na izolacyjnych korpusach elementów łączeniowych są umocowane dwuprzzerwowe zestyki, utworzone z dwóch styków nieruchomych i ruchomego mostka zestykowego dociskanego sprężynami stykowymi. Otwarcie zestyku jest powodowane obrotem specjalnej krzywki umieszczonej na wałku napędowym. Mechanizm zaskokowy napędu oraz komory gaszeniowe powodują, że łączniki te charakteryzują się znacznymi wartościami prądów wyłączalnych.

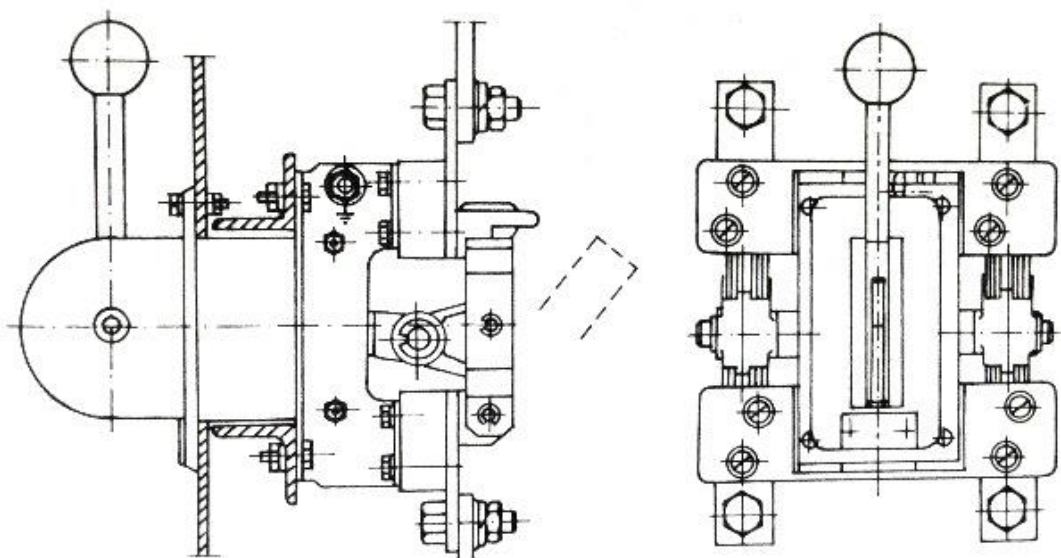
¹ Litera A oznacza częste działanie zaś B działanie nieczęste



Rysunek 2 Przekrój łącznika warstwowego krzywkowego: 1- zestyk dwuprzzerwowe, 2- zestyk przyłączeniowy, 3- bolce zaskokowe napędu, 4,5- krzywki na wałku napędowym, 6- wałek napędowy.

Źródło: H. Markiewicz, *Instalacje elektryczne*, WNT, Warszawa 2003, 86 s.

Łączniki drążkowe są przeznaczone do stosowania głównie w warunkach przemysłowych. Wytwarza się je na prąd znamionowy od kilkudziesięciu do 1500 A jako natablicowe z osłonami chroniącymi przed dotknięciem części czynnych lub jako zatablicowe bez komór gaszeniowych. Zestyki łączników są wykonane w postaci płaskowników i silnie sprężynujących szczęk.



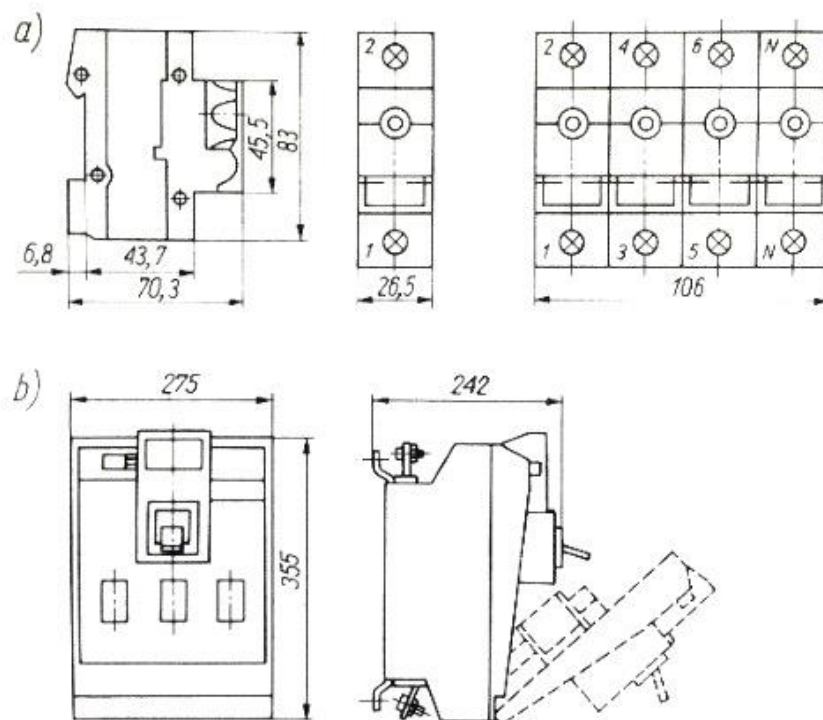
Rysunek 3 Łącznik ręczny zatablicowy

Źródło: H. Markiewicz, *Instalacje elektryczne*, WNT, Warszawa 2003, 87 s.

Obecnie dość powszechnie są stosowane rozłączniki bezpiecznikowe zbudowane najczęściej z dwóch członów:

- podstawy ze stykami przyłączeniowymi i stykami wtykowymi stałymi oraz komorami gaszeniowymi,
- pokrywy ruchomej, na której mocowane są wkładki bezpiecznikowe będące częścią układu zestykowego rozłącznego z częścią napędu i dźwignią ręczną.

Umieszczenie bezpieczników oraz styków rozłącznych na ruchomej pokrywie umożliwia bezpieczną wymianę wkładek bezpiecznikowych oraz wykonywanie przeglądów i napraw zestyków bez konieczności wyłączania całej rozdzielnicę spod napięcia. Po wyjęciu pokrywy rozłącznik staje się łącznikiem izolacyjnym w stanie otwarcia. W trakcie prac remontowych lub konserwacyjnych można założyć specjalną pokrywę zwierającą ze sobą i uziemiającą wszystkie żyły przewodów fazowych².



Rysunek 4 Rozłączniki izolacyjne z bezpiecznikami: a) jednobiegunowy typu R301 i czterobiegunowy typu R323 na napięcie 230/400 V i prąd ciągły 20-63 A, b) typu RB-2 na napięcie znamionowe 660 V i prąd znamionowy ciągły 400 A

Źródło: H. Markiewicz, *Instalacje elektryczne*, WNT, Warszawa 2003, 88 s.

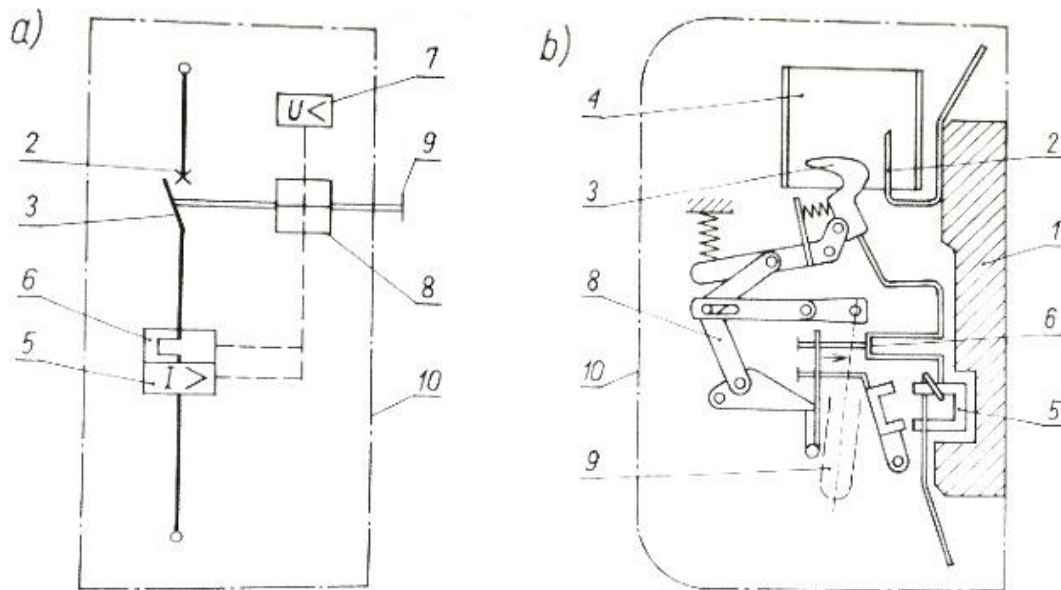
2. Automatyczne łączniki niskiego napięcia

Do automatycznych łączników niskiego napięcia zaliczyć można:

- **wyłączniki** przeznaczone do załączania i wyłączania obwodów oraz urządzeń elektrycznych, w których mogą płynąć prądy o dużych wartościach, w tym również prądy zwarciove. Cechą charakterystyczną tych aparatów jest umiarkowana trwałość mechaniczna i łączeniowa oraz niewielka znamionowa częstość łączeń. W stanie załączonym wyłączniki pozostają bez udziału sił zewnętrznych dzięki specjalnemu zamkowi, zwolnienie mechanizmu zamka może nastąpić albo ręcznie, albo w skutek zadziałania dowolnego z wyzwalaczy. Wyłączniki są wyposażone w wyzwalacze przeciążeniowe termobimetalowe otwierające zamek z pew-

² H. Markiewicz, *Instalacje elektryczne*, WNT, Warszawa 2003, 83 s.

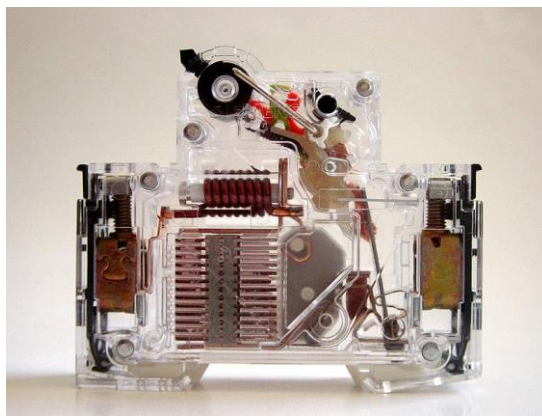
ną zwłoką, jak również w wyzwalacze zwarciove elektromagnetyczne działające z czasem własnym 0,02-0,04 s.



Rysunek 5 Wyłącznik samoczynny: a) układ połączeń przedstawiający podstawowe elementy składowe, b) szkic budowy, 1 – podstawa, 2,3 – styki, 4 – komora gaszeniowa, 5 – wyzwalacz nadprądowy elektromagnetyczny, 6 – wyzwalacz cieplny, 7 – cewka podnapięciowa, 8 – zamek, 9 – dźwignia napędu, 10 – obudowa

Źródło: H. Markiewicz, *Instalacje elektryczne*, WNT, Warszawa 2003, 91 s.

- *wyłączniki instalacyjne* przeznaczone są do sterowania i zabezpieczeń przed skutkami zwarć i przeciążeń obwodów odbiorczych instalacji oraz odbiorników elektrycznych w gospodarstwach domowych lub innych. Produkowane są na napięcia znamionowe do 440 V, prądy znamionowe do 125 A i prądy wyłączalne do 25 kA, o charakterystykach czasowo-prądowych typu B, C i D. Najbardziej rozpowszechnione są jednak wyłączniki na prądy znamionowe do 63 A i prądy wyłączalnie nie większe jak 10 kA. Wykonuje się je jako płaskie aparaty o szerokości 18 mm jednobiegunowe oraz wielobiegunowe, utworzone przez połączenie kilku wyłączników jednobiegunowych ze wspólnym napędem na wszystkie bieguny. Wyłączniki te mogą zastępować bezpieczniki topikowe występujące w układach zasilania, spełniając jednocześnie warunki selektywności działania zabezpieczeń przetężeniowych. Umożliwiają szybkie ponowne załączenie obwodów po usunięciu zwarcia oraz ograniczają prądy zwarciove – szczególnie skutecznie w przypadku załączenia obwodu na zwarcie.



Rysunek 6 Wyłącznik instalacyjny

Źródło: <http://pl.wikipedia.org/>, stan na dzień 21.08.2013 r.

- *wyłączniki silnikowe* są przeznaczone do sterowania i zabezpieczeń przed skutkami przetężeń, a dzięki zainstalowaniu dodatkowych wyzwalaczy również przed niepożądanymi skutkami związanymi z zanikiem lub znacznym obniżeniem napięcia zasilającego. Chronią przed asymetrią obciążenia i niepełnofazową pracą silników. Produkowane są na napięcia znamionowe do 690 V i prądy znamionowe do 80 A, jednak najbardziej rozpowszechnione są te o prądach do 40 A. Wyłączniki silnikowe mogą być wyposażone w wyzwalacze przeciążeniowe i zwarciowe, same wyzwalacze przeciążeniowe lub tylko w wyzwalacze zwarciowe. Produkuje się również wyłączniki z wyzwalaczami napięciowymi – zanikowymi lub wzrostowymi – lub reagującymi na asymetrię obciążenia bądź niepełnofazową pracę. Wyłączniki silnikowe instaluje się w obwodach, w których mogą występować w czasie normalnej pracy znaczne przetężenia, dlatego ich charakterystyki czasowo-prądowe są zbliżone do charakterystyk typu D. Prąd niezadziałania takich wyłączników to 1,05, a z zadziałania 1,20 prądu wyzwalacza przeciążeniowego, dlatego tego typu wyłączniki skuteczniej niż inne konstrukcje aparatów chronią instalacje i urządzenia elektryczne przed skutkami przeciążeń.



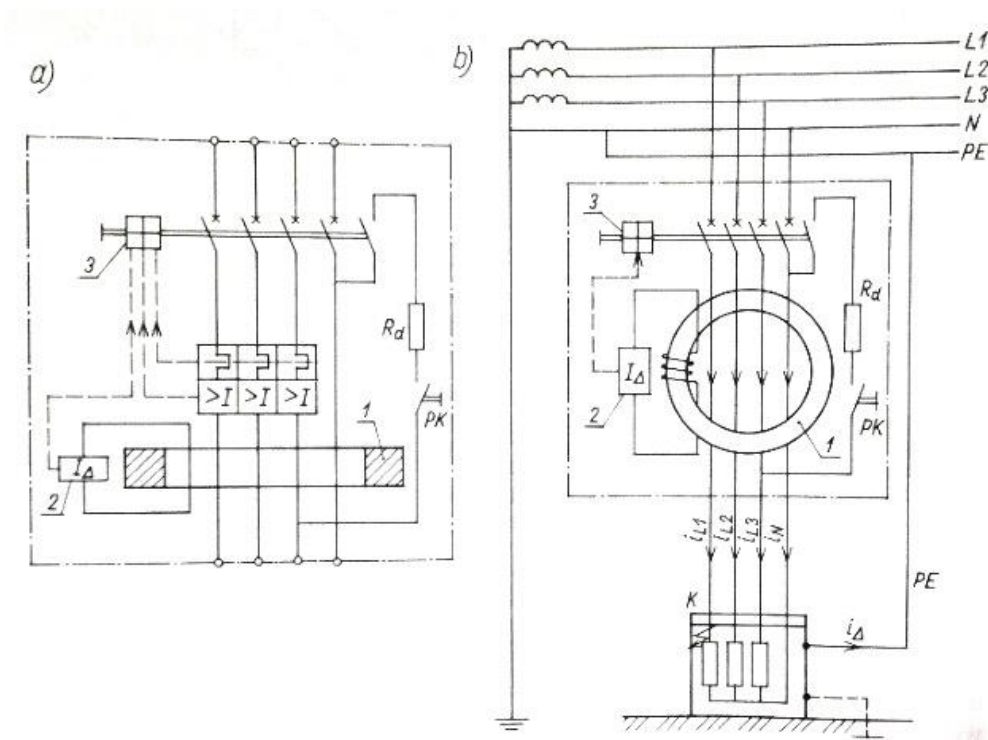
Rysunek 7 Wyłącznik silnikowy

Źródło: http://www.tme.eu/pl/katalog/wylaczniki-silnikowe_100413/, stan na dzień 21.08.2013r.

- *wyłączniki różnicowoprądowe*, których podstawowym elementem jest przekładnik sumujący. Przy jednakowej liczbie zwojów przewodów fazowych i neutralnego, nawiniętych na rdzeń przekładnika lub przechodzących przez okno przekładnika, suma geometryczna prądów oraz przepływ i strumień magnetyczny Φ wytworzony przez te prądy są równe zero:

$$i_{L1} + i_{L2} + i_{L3} + i_N = 0$$

$$\Phi = 0$$



Rysunek 8 Wyłącznik różnicowoprądowy trójfazowy: a) szkic budowy wyłącznika b) sposób instalacji; 1 – przekładnik sumujący, 2 – przekaźnik różnicowoprądowy, 3 – zamek wyłącznika, R_d – opornik ograniczający, PK – przycisk kontrolny

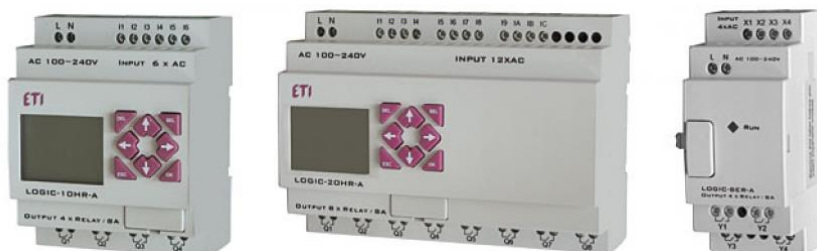
Jeżeli w zasilanym obwodzie wystąpi osłabienie lub uszkodzenie izolacji doziemnej, powodujące przepływ prądu upływowego I_Δ do ziemi lub przewodu ochronnego PE, to suma prądów w przewodach przekładnika sumującego (Ferrantiego) przestaje być równa zero. W rdzeniu przekładnika sumującego powstanie wówczas zmienny w czasie strumień magnetyczny, który w cewce napięciowej przekładnika różnicowoprądowego indukuje napięcie o wartości zależnej od prądu I_Δ . Kiedy prąd ten jest większy niż wartość prądu wyzwalającego, wówczas następuje zadziałanie przekaźnika i wyłącznik zostaje rozłączony. Jeżeli w zasilanym obwodzie występują prądy upływowe spowodowane uszkodzeniem izolacji lub wskutek naturalnych właściwości odbiorników o wartościach większych niż prąd wyzwalający wyłącznika, to nie będzie możliwe załączenie takiego obwodu lub takich urządzeń – nawet sprawnych technicznie. W takich przypadkach stosuje się mniej czułe wyłączniki różnicowoprądowe. Tego typu wyłączniki są wykorzystywane na potrzeby ochrony przeciwporażeniowej.



Rysunek 9 Wyłącznik różnicowoprądowy

Źródło: <http://www.tme.eu/pl/katalog/>, stan na dzień 21.08.2013

- *programowalne przełączniki czasowe* umożliwiają automatyczne włączenie i wyłączenie obwodów i odbiorników według zadeklarowanego programu z dokładnością minutową i z wyprzedzeniem na kilka dni, najczęściej dla każdego dnia tygodnia. Zdolność łączeniowa zestyków to 10-16 A i napięcie 240 V. Przy większych wartościach prądów roboczych odbiorników stosuje się dodatkowe styczniki.



Rysunek 10 Programowalne przełączniki czasowe

Źródło: <http://elektrosystemy.pl/>, stan na dzień 21.08.2013

- *łączniki zmierzchowe* są przeznaczone do automatycznego załączania i wyłączania obwodów oświetleniowych, po stwierdzeniu przez fotokomórkę mierzącą natężenie oświetlenia przekroczenia nastawionych wartości granicznych. Wyłączenie obwodów może nastąpić z pewną zwłoką czasową. Wartości graniczne natężenia oświetlenia wahają się w granicach od 1-200 lx.



Rysunek 11 Wyłączniki zmierzchowe FINDER

Źródło: <http://www.tme.eu/>, stan na dzień 21.08.2013

- *termostaty programowalne* służą do kontroli i regulacji temperatury w różnych porach doby i różnych dniach tygodnia. Przeznaczone są do zastosowania w pomieszczeniach mieszkalnych oraz dowolnych innych budynkach użyteczności publicznej, przy czym zakres regulacji temperatury wynosi od 5 do 30 stopni Celsjusza. Występują również termostaty przemysłowe do zastosowań w chłodniach lub saunach w zakresie regulacji od -30 do 90°C.



Rysunek 12 Termostat programowalny z sondą zewnętrzną

Źródło: <http://www.deltadore.com/>, stan na dzień 21.08.2013

- *przełączniki priorytetowe* są przeznaczone do stosowania w instalacjach, gdzie może dochodzić do okresowego załączenia nadmiernej ilości odbiorników powodujących przeciążenie instalacji i działanie urządzeń zabezpieczających. W celu uniknięcia wyłączeń dużych fragmentów instalacji instaluje się tego typu przełączniki, gdzie można również dokonać podziału na obwody priorytetowe i drugorzędne.



Rysunek 13 Przełącznik priorytetowy

Źródło: <http://www.ihe24.pl/przekazniki-priorytetowe/>, stan na dzień 21.08.2013

- *łączniki wielofunkcyjne* charakteryzują się różnymi możliwościami wykonywania przełączeń. Wykorzystywane są do oświetlania klatek schodowych i innych pomieszczeń, udostępniając różne warianty załączania.



Rysunek 14 Łącznik wielofunkcyjny FINDER

Źródło: <http://www.findernet.com/>, stan na dzień 21.08.2013

3. Klasyfikacja źródeł światła

Aby zapoznać się z klasyfikacją źródeł światła, przejdź do prezentacji multimedialnej i videocastu.



4. Ogólna charakterystyka opraw oświetleniowych

Oprawę oświetleniową można sklasyfikować jako urządzenie służące do rozsyłania, filtrowania lub przekształcania strumienia świetlnego jednego lub więcej źródeł światła. Zawiera niezbędne elementy do mocowania, ochrony źródła światła i przyłączania go do sieci zasilającej. Zawiera również – jeżeli jest taka potrzeba – układ stabilizacyjno-zapłonowy. Oprawa ogranicza luminację zainstalowanych w niej źródeł światła w pewnych krytycznych kierunkach. Jest to związane z ograniczeniem olśnienia przykrego. Oprawa oświetleniowa zapewnia również utrzymanie odpowiedniej temperatury w otoczeniu źródeł światła.

Umocowanie i ochrona źródeł światła oraz przyłączenie go do sieci zasilającej powinny być skuteczne i bezpieczne. W zależności od stopnia zabezpieczenia przed pora-

żeniem prądem elektrycznym stosowane są 4 klasy ochronności opraw oświetleniowych (0, I, II, III).

Stopnie zabezpieczenia opraw oświetleniowych przed porażeniem prądem elektrycznym opisuje się w następujący sposób:

- *klasa ochronności 0* – brak symbolu graficznego, izolacja części czynnych niezbędna do zapewnienia prawidłowego działania oprawy oświetleniowej oraz podstawowej ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym (izolacja robocza);
- *klasa ochronności I* – brak symbolu graficznego, izolacja części czynnych niezbędna do zapewnienia prawidłowego działania oprawy oświetleniowej oraz podstawowej ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym (izolacja robocza). Jako dodatkowe środki ochrony przed porażeniem stosuje się jedno z poniższych:
 - zacisk ochronny do przyłączenia przewodu ochronnego,
 - izolowana żyła ochronna stanowiąca element przewodu przyłączeniowego,
 - styk ochronny we wtyczce jednostronnie odłączalnego przewodu przyłączeniowego;
- *klasa ochronności II* – symbol graficzny: , izolacja podwójna (składająca się jednocześnie z izolacji roboczej i dodatkowej) lub wzmocniona (ulepszona izolacja robocza, mająca właściwości mechaniczne i elektryczne zapewniające taki sam stopień ochrony przed porażeniem elektrycznym jak izolacja podwójna). Jako dodatkowe środki ochrony przed porażeniem stosuje się jedno z poniższych:
 - obudowa z materiału izolacyjnego, pokrywająca wszystkie części metalowe,
 - obudowa wykonana z metalu, w której we wszystkich częściach jest stosowana izolacja podwójna;
- *klasa ochronności III* – symbol graficzny: , izolacja części czynnych niezbędna do zapewnienia prawidłowego działania oprawy oświetleniowej oraz podstawowej ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym (izolacja robocza). Jako dodatkowy środek ochrony przed porażeniem elektrycznym stosuje się zasilanie z sieci o napięciu bezpiecznym nie przekraczającym 24 V dla prądu przemiennego i 48 V dla prądu stałego.









W zależności od stopnia ochrony, przed dotknięciem części mogących być pod napięciem, przedostaniem się pyłów, ciał stałych i wody wyróżnia się stopnie ochrony IP. Jeżeli po indeksie IP znajduje się cyfra, a po niej X, to mamy do czynienia ze stopniami ochrony przed dotknięciem części będących pod napięciem i przed przedostaniem się ciał stałych. Jeżeli po indeksie IP występuje X, a po nim cyfra, wówczas są to stopnie ochrony przed przedostawaniem się wody. Stopnie ochrony IP z dwoma cyframi są stopniami ochrony zarówno przed dotknięciem części będących pod napięciem i przedostaniem się ciał stałych, jak również przed przedostawaniem się wody. Stopnie te wynikają z nałożenia się stopni IP oznaczonych cyfrą i indeksem X.

Preferowane zastosowanie opraw w zależności od stopnia ochrony IP:

- IP20 – instalowane w pomieszczeniach mieszkalnych i pomieszczeniach użyteczności publicznej,
- IP21 – instalowane w piwnicach, na klatkach schodowych, przejściach, strychach, wejściach do budynków,
- IP42 – instalowane w pomieszczeniach sanitarnych,

- IP44 – instalowane w pralniach, suszarniach, kotłowniach, hydrowężłach – ogólnie w pomieszczeniach wilgotnych,
- IP44 i IPX3 – instalowane na terenach otwartych.

Stopnie ochrony opraw oświetleniowych:

- IP20 – oprawa zwykła, brak symbolu graficznego – ochrona przed ciałami stałymi większymi niż 12 mm, brak ochrony przed wodą;
- IP3X – brak symbolu graficznego – ochrona przed ciałami stałymi większymi niż 2,5 mm;
- IP4X – oprawa zamknięta, brak symbolu graficznego, ochrona przed ciałami stałymi większymi niż 1 mm;
- IP5X – oprawa pyłoodporna, symbol graficzny: , ochrona przed pyłem;
- IP6X – oprawa pyłoszczelna, symbol graficzny: , obudowa zapewnia pyłoszczelność;
- IPX1 – oprawa kroplooodporna, symbol graficzny: , obudowa chroni przed kroplami wody padającymi pionowo;
- IPX2 – brak symbolu graficznego, obudowa chroni przed kroplami wody padającymi pod kątem 15°;
- IPX3 – oprawa deszczoodporna, symbol graficzny: , obudowa chroni przed deszczem;
- IPX4 – obudowa bryzgoodporna, symbol graficzny: , obudowa chroni przed bryzgami wody;
- IPX5 – obudowa strugoodporna, symbol graficzny: , obudowa chroni przed strugami wody;
- IPX7 – obudowa wodoodporna, symbol graficzny: , obudowa chroni przed zalaniem;
- IPX8 – obudowa wodoszczelna, symbol graficzny:  - M, w miejsce – wstawia się wartość głębokości zanurzenia, obudowa umożliwia pracę przy długotrwałym zanurzeniu w wodzie.

Stosowany jest również podział opraw w zależności od rodzaju materiału podłoża, na którym mogą być umocowane oprawy. Według tego podziału wyróżnia się oprawy do mocowania na podłożach niepalnych oraz oprawy do mocowania na podłożach palnych. Te ostatnie są cechowane literą *F* umieszczoną w trójkącie.

W wyniku rozsyłania, filtrowania lub przekształcania światła wysyłanego przez źródło światła jest formowana bryła fotometryczna oprawy. Z jej cech wynika przydatność oprawy ze względów oświetleniowych. Z uwagi na możliwości wykorzystania półprzestrzennego dolnego strumienia świetlnego oprawy do bezpośredniego oświetlenia płaszczyzny roboczej, istotny jest sposób rozsyłu strumienia świetlnego oprawy w zakresie półprzestrzeni dolnej. Ze względu na sposób wypromieniowania przez oprawy strumienia świetlnego w półprzestrzeń dolną i górną, wyróżnia się pięć klas oświetlenia. W praktyce klasy te traktuje się jako klasy opraw oświetleniowych, ponieważ kryte-

rium podziału jest związane z wartością stosunku półprzestrzennego dolnego strumienia świetlnego oprawy do całkowitego strumienia świetlnego oprawy.

Stosowane podziały opraw są bardzo zróżnicowane i związane z różnymi kryteriami. Najczęściej różnicuje się oprawy w zależności od:

- rodzaju źródeł światła,
- odporności mechanicznej,
- sposobu zamocowania,
- sposobu regulacji położenia.

Oprawy różnicuje się również ze względu na warunki środowiskowe np.:

- oprawy przeciwwybuchowe,
- odporne na wpływy chemiczne,
- tropikalne,
- morskie itd.

Oprawy dzieli się również na:

- przemysłowe:



Rysunek 15 Przykładowe oprawy przemysłowe

Źródło: <http://www.polam-rem.com.pl/> stan na dzień 10.10.2013

- zewnętrzne:



Rysunek 16 Przykładowe oprawy zewnętrzne

Źródło: <http://www.polam-rem.com.pl/> stan na dzień 10.10.2013

- wewnętrzne:



Rysunek 17 Przykładowe oprawy wewnętrzne

Źródło: <http://www.polam-rem.com.pl/> stan na dzień 10.10.2013

- projektory:



Rysunek 18 Przykładowe projektory

Źródło: <http://projektor.pl/> stan na dzień 10.10.2013

- oprawy o specjalnym przeznaczeniu:



Rysunek 19 Przykładowe oprawy specjalnego przeznaczenia

Źródło: <http://www.polam-rem.com.pl/> stan na dzień 10.10.2013

Podziały opraw według klas ochronności, stopni ochrony i rodzajów rozsyłu strumienia świetlnego można uznać za podziały podstawowe³.

5. Elektryczne oświetlenie wnętrz

Do podstawowych i zarazem wymaganych cech oświetlenia wnętrz zalicza się:

a) Poziom natężenia oświetlenia – jest określony jako średnie natężenie oświetlenia E na umownej, poziomej płaszczyźnie roboczej. Wymagane wartości E są wyznaczone zarówno ze względu na rozróżnianie szczegółów, jak również na odczucia przyjemnościowe. Za podstawę stopniowania poziomów natężenia oświetlenia przyjmuje się 4 charakterystyczne poziomy: 20 – 200 – 2000 – 20000 lx⁴.

Poziom 20 lx umożliwia zgrubne rozróżnianie cech twarzy ludzkiej i został przyjęty za pożądany minimalny poziom we wnętrzach. Poziom 200 lx umożliwia rozróżnianie cech twarzy ludzkiej bez nadmiernego wysiłku i został przyjęty za pożądany minimalny poziom we wnętrzach, w których ludzie przebywają dłużej i jest wykonywana praca. Poziom 2000 lx został uznany za optymalny poziom ze względu na odczucia przyjemnościowe. Stąd w przeciętnych pomieszczeniach należałoby stosować poziomy w zakresie 200-2000 lx. Poziom 20000 lx wyznacza górną granicę natężenia oświetlenia, przy której można oczekiwać, że w warunkach praktycznych wystąpi maksymalna czułość kontrastowa oka. Stąd przy szczególnie trudnej pracy wzrokowej należałoby stosować poziom powyżej 2000 lx, lecz nie dążyć do przekroczenia granicy 20000 lx.

Ze względów praktycznych stosuje się poziomy będące stopniami pośrednimi, które są krotnością 1,5 stopnia poprzedzającego i wynoszą odpowiednio: 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 5000, 7500, 10000, 15000, 20000 lx. Przyjęcie jednego ze stopni z podanego szeregu zależy od rodzaju przewidywanych czynności, wyposażenia bądź charakteru pomieszczenia.

Zalecane poziomy natężenia oświetlenia:

- 20, 30, 50 lx – pozawnętrzowe strefy komunikacyjne i robocze,
- 50, 100, 150 lx – strefy komunikacyjne, prosta orientacja lub dorywcze przebywanie,
- 100, 150, 200 lx – pomieszczenia, w których praca jest wykonywana dorywczo,
- 200, 300, 500 lx – czynności przy ograniczonych wymaganiach dotyczących pracy wzrokowej,

³ Praca zbiorowa, *Poradnik inżyniera elektryka, tom 3*, WNT, Warszawa 1996, 637 s

⁴ lx (czyt. *luks*) – to jednostka natężenia oświetlenia biorąca swą nazwę od łacińskiego *lux*, czyli *światło*. Luks jest określany jako natężenie oświetlenia wywołane przez równomiernie rozłożony strumień świetlny padający prostopadle na powierzchnię 1 m².

- 300, 500, 750 lx – czynności przy przeciętnych wymaganiach dotyczących pracy wzrokowej,
- 500, 750, 1000 lx – czynności przy zwiększonych wymaganiach dotyczących pracy wzrokowej,
- 750, 1000, 1500 lx – czynności przy dużych wymaganiach dotyczących pracy wzrokowej,
- 1000, 1500, 2000 lx – czynności przy szczególnych wymaganiach dotyczących pracy wzrokowej,
- >2000 lx – czynności związane z bardzo wytężoną pracą wzrokową.

b) Równomierność oświetlenia w przestrzeni – δ odnosi się zwykle do umownej poziomej płaszczyzny roboczej przy oświetleniu ogólnym. Określana jest wartością stosunku najmniejszego natężenia oświetlenia do maksymalnego natężenia oświetlenia $\frac{E_{min}}{E_{av}}$. Można wyodrębnić minimalne dopuszczalne i preferowane poziomy równomierności oświetlenia. Przy założonej dobrej jakości oświetlenia, a także w warunkach zmasowanych stanowisk pracy w pomieszczeniu, należy dążyć do zapewnienia preferowanych poziomów równomierności oświetlenia w pomieszczeniu. Średnie natężenia oświetlenia w sąsiadujących pomieszczeniach, w warunkach przechodzenia z jednego do drugiego pomieszczenia, nie mogą być bardziej zróżnicowane niż w stosunku 5:1. Jeżeli wartość ta jest wyższa, wówczas jedno z pomieszczeń należy doświetlić dodatkowym źródłem światła.

c) Równomierność oświetlenia w czasie – może być związana z raptownymi wahaniami luminancji źródeł światła i oświetlonych pól, w wyniku okresowych spadków napięcia w sieci zasilającej, spowodowanych np. rozruchem dużych silników, gwałtowną zmianą obciążenia itp. Środkiem zaradczym może być odpowiednie rozgałęzienie linii zasilającej na siłową i oświetleniową. Zwykle dąży się do wyeliminowania gwałtownych wahań luminancji poprzez respektowanie wymagań dotyczących dopuszczalnych wahań napięcia w sieci.

Równomierność oświetlenia w czasie może być związana również z tętnieniem luminancji powierzchni oświetlanych, wynikającym z tętnienia prądu zmiennego zasilającego źródła światła. Tętnienie takie należy łagodzić przy wykonywaniu trudniejszych prac wzrokowych lub dłuższym przebywaniu ludzi w pomieszczeniu. Dokonuje się tego poprzez wybór rodzaju źródła światła lub układu zasilania.

d) Stopień olśnienia – olśnieniem nazywa się pewien stan procesu widzenia, przy którym występuje odczucie niewygody lub zmniejszenie zdolności rozpoznawania szczegółów, albo jedno i drugie, w wyniku niewłaściwego rozkładu luminancji, albo nadmiernych kontrastów w przestrzeni lub czasie.

Ze względu na skutki rozróżniamy:

- olśnienie przykre – wywołujące uczucie przykrości,
- olśnienie przeszkadzające – zmniejszające zdolność widzenia,
- olśnienie oślepiające – czasowo uniemożliwiające widzenie.

Ze względu na warunki powstawania rozróżniamy:

- olśnienie bezpośrednie – gdy olśniewające źródła występują w tym samym lub prawie tym samym kierunku, co przedmiot obserwowany,
- olśnienie pośrednie – gdy olśniewające źródła światła występują poza kierunkiem obserwacji,

- olśnienie odbiciowe – gdy nadmiernie jaskrawe odbite obrazy źródeł występują w tym samym kierunku lub prawie tym samym kierunku, co przedmiot obserwowany.

Wystąpienie olśnienia w stopniu znaczącym dyskwalifikuje oświetlenie.

e) Rozkład luminacji – w celu zapewnienia dobrych warunków widzenia, rozkład luminacji powinien być stosunkowo równomierny zarówno w strefie pola pracy, jak i w otoczeniu. Istotne jest przy tym właściwe stopniowanie luminacji. Najważniejsze ośrodki zainteresowań – czyli przedmioty, ludzie itp. – powinny mieć największą luminację, ale nie nadmiernie dużą, zaś ich tło – mniejszą, możliwie równomierną, a otoczenie najmniejszą również równomierną. Wymaga się, aby wartość luminacji w najbliższym sąsiedztwie pola pracy była w miarę możliwości nie mniejsza niż 1/3 wartości luminacji w polu pracy i oczywiście nie większa od niej. W otoczeniu natomiast zaleca się respektowanie wartości względnego natężenia oświetlenia – na suficie 0,3-0,9 i ścianach 0,5-0,8, przy odniesieniu do natężenia oświetlenia na umownej płaszczyźnie roboczej.

f) Barwa postrzegana – w celu uzyskania możliwie naturalnych efektów w sztucznie oświetlonym pomieszczeniu barwa światła stosowanych źródeł światła powinna być dobrana do realizowanego poziomu natężenia oświetlenia. Uważa się, że przy większych wartościach natężenia oświetlenia E właściwe są źródła o wyższej temperaturze barwowej, dlatego przy większych poziomach E należy stosować źródła o bielszej barwie światła. W praktyce problem doboru barwy światła dotyczy głównie świetlówek. Odmianny barwy światła świetlówek:

- 6500 K – barwa dzienna, realizowany poziom oświetlenia powyżej 1000 lx,
- 4300 K – barwa chłodno-biała, realizowany poziom oświetlenia ok. 1000 lx,
- 3500 K – barwa biała, realizowany poziom oświetlenia od 150 lx do ok. 1000 lx,
- 2900 K – barwa ciepło-biała, realizowany poziom oświetlenia od 15 lx do ok. 500 lx.

Temperaturę barwową wyrażoną w K (*Kelwinach*) można określić jako wrażenie kolorystyczne odbierane przez ludzkie oko. To wrażenie w znaczący sposób oddziałuje na samopoczucie osoby znajdującej się w pomieszczeniu oświetlonym światłem sztucznym. I tak oświetlenie o temperaturze w granicach 5000-6500 K (barwa dzienna) stosuje się zazwyczaj w pomieszczeniach, gdzie wymagany jest duży wysiłek wzrokowy. Oświetlenie o temperaturze 3800-4300 K (barwa chłodno-biała) stosuje się zazwyczaj do oświetlenia miejsc niewymagających dużego wysiłku wzrokowego, np. korytarze, ciągi komunikacyjne itp. Świetlówki o barwie białej, czyli w granicach temperatur 3000-3500 K mają zastosowanie np. w pomieszczeniach do zabaw i gier, zaś świetlówki o temperaturze w granicach 2700-2900 K, czyli o temperaturze ciepło-białej, instaluje się w miejscach przeznaczonych do odpoczynku i relaksu. Poniżej na rysunku 20 przedstawiono przykładowe temperatury barwowe światła.

1800–2000 K	płomień świecy
2500 K	żarówka latarki
2800 K	żarówka w lampie
3500 K	wczesny poranek, późne popołudnie
4000 K	jarzeniówka
5200–5500 K	południe, bezpośrednie słońce
5500 K	światło lampy błyskowej
6000–6500 K	zachmurzone niebo
7000–8000 K	cień

Rysunek 20 Temperatura barwowa światła

Źródło: <http://www.fotopolis.pl/> stan na dzień 10.10.2013

g) Oddawanie barw – wygląd oglądanego obiektu może ulegać zmianom przy oświetleniu źródłami światła o różnych rozkładach widmowych. Oddawanie barw charakteryzuje wpływ składu spektralnego promieniowania źródeł na wrażenie barwy oglądanych obiektów przy zastosowaniu tychże źródeł. Wymagana dokładność oddawania barw zależy od znaczenia odnoszonych wrażeń barwy przy wykonywaniu prac w warunkach sztucznego oświetlenia. Właściwość oddawania barw jest charakteryzowana przez ogólny wskaźnik oddawania barw R_a . Ustala się następujące wartości współczynnika R_a :

- R_a co najmniej 80 – duża dokładność oddawania barw,
- R_a co najmniej 65 ale poniżej 80 – średnia dokładność oddawania barw,
- R_a poniżej 65 – mała dokładność oddawania barw.

h) Modelowanie – to podkreślanie za pomocą światła kształtów brył lub innych obiektów. Zależy ono od stosunku składowych pośredniego i bezpośredniego średniego natężenia oświetlenia na obserwowanej bryle. Istotne znaczenie ma tu kierunek padania światła oraz kierunek obserwacji⁵.

6. Zasady oceny jakości oświetlenia na podstawie pomiarów

Ocenę jakości oświetlenia dokonuje się wykonując pomiar natężenia oświetlenia na płaszczyźnie roboczej. Celem takich pomiarów jest wyznaczenie średniej wartości natężenia oświetlenia oraz równomierności oświetlenia w przestrzeni. Przy oświetleniu ogólnym należy w miarę możliwości, wynikających z wyposażenia pomieszczenia, wykonywać pomiary na umownej, poziomej płaszczyźnie roboczej. W strefach komunikacyjnych za taką płaszczyznę przyjmuje się płaszczyznę podłogi, a w pozostałych strefach

⁵ Praca zbiorowa, *Poradnik inżyniera elektryka, tom 3*, WNT, Warszawa 1996, 646 s

– płaszczyznę na wysokości 0,85 m od podłogi. Pomiary należy wykonywać w punktach pomiarowych stanowiących środki oczek siatki pokrywającej płaszczyznę roboczą. Zazwyczaj stosuje się równomierną siatkę o oczku możliwie zbliżonym do kwadratu. Typowe wymiary oczka wynoszą od ok. 1x1 m do ok. 5x5 m. Im mniejsze są te wymiary, tym dokładność wyznaczania średniej wartości natężenia oświetlenia jest większa. Za średnią wartość natężenia oświetlenia przyjmuje się średnią arytmetyczną z pomiarów w poszczególnych punktach pomiarowych.

Przy trudnościach wykonywania pomiarów na umownej płaszczyźnie lub gdy rzeczywiste płaszczyzny robocze istotnie odbiegają od umownej płaszczyzny, pomiary natężenia oświetlenia należy wykonywać na poszczególnych polach pracy w rzeczywistych płaszczyznach roboczych. W obrębie poszczególnych pól należy przyjmować tyle punktów pomiarowych rozłożonych w miarę równomiernie, aby można było wyznaczyć średnie natężenie oświetlenia w danym polu. Podobnie należy postępować w przypadku oświetlenia złożonego.

Pomiary natężenia oświetlenia powinny być wykonywane wyłącznie przy świetle sztucznym danego urządzenia oświetleniowego, przy kontrolowaniu napięcia zasilającego tego urządzenia. Oznacza to w praktyce, że tego typu pomiary w pomieszczeniach wyposażonych w przeszklone okna lub dachy należy wykonywać po zmroku. Pomiary należy wykonywać dopiero po czasie ustabilizowania się świecenia źródeł światła. Dla lamp wyładowczych czas ten wynosi co najmniej 20 minut po załączeniu zasilania do źródeł światła. Ogniwo luksomierza powinno być naświetlone przez co najmniej 5 minut przed wykonaniem pierwszego pomiaru.

Na podstawie wyników pomiarów natężenia oświetlenia można ocenić właściwości realizowanego poziomu natężenia oświetlenia i poziomu równomierności oświetlenia w warunkach nowego urządzenia oświetleniowego oraz po pewnym czasie użytkowania urządzenia. Dane z okresowych pomiarów dotyczących urządzenia mogą stanowić podstawę do oceny i ewentualnego dopasowania bądź skorygowania stosowanego systemu konserwacji oświetlenia.

W przypadku oświetlenia stanowisk pracy z urządzeniami wyposażonymi w monitory ekranowe, należy uwzględnić strefy, w których z uwagi na możliwość wystąpienia olśnienia nie powinny znajdować się żadne źródła światła. Badając takie stanowiska pracy należy uwzględnić wszystkie zadania, jakie mogą być wykonywane na tych stanowiskach, czyli np. czytanie z ekranu, czytanie drukowanego tekstu, pisanie na papierze, praca z klawiaturą. Należy także zwrócić uwagę na fakt, że sam ekran monitora – a w pewnych przypadkach również klawiatura – mogą być źródłem olśnienia przeszkadzającego i przykrego w wyniku odbicia padającego na nie światła. W związku z powyższym, wartość eksploatacyjnego natężenia oświetlenia E_m na stanowisku z monitorem ekranowym powinna wynosić 500 lx. Badania sprawdzające spełnienie wymagań zgodnych z aktualnie obowiązującą normą polegają na sprawdzeniu wartości natężenia oświetlenia, ujednoliconego wskaźnika olśnienia, wskaźnika oddawania barw oraz luminacji opraw oświetleniowych. Mierzone wartości eksploatacyjnego natężenia oświetlenia zgodnie z normą PN-EN 12464-1 nie powinny być niższe niż:

- w strefach ogólnego przeznaczenia takich jak:
 - hole wejściowe – 100 lx,
 - szatnie – 200 lx,
 - hole w hotelach – 200 lx,
 - kasy biletowe – 300 lx;
- w restauracjach i hotelach:
 - recepcja, kantor, portiernia – 300 lx,

- kuchnia – 500 lx,
- restauracja, jadalnia, pokój obsługi – zaleca się oświetlenie zaprojektowane w celu stworzenia odpowiedniej atmosfery,
- restauracje samoobsługowe – 200 lx,
- bufet – 300 lx,
- pokoje konferencyjne – 500 lx,
- korytarze – 100 lx;
- w teatrach, salach koncertowych i kinach:
 - pokoje ćwiczeń, garderoby – 300 lx, przy czym oświetlenie przy lustrach służących do charakteryzacji nie powinno wywoływać olśnienia;
- w salach wystawowych, targi:
 - oświetlenie ogólne – 300 lx;
- w muzeach:
 - eksponaty niewrażliwe na światło – oświetlenie zależy od wymagań wystawienniczych,
 - eksponaty wrażliwe na światło – oświetlenie zależy od wymagań wystawienniczych, najważniejsza jest ochrona przed uszkodzeniem spowodowanym promieniowaniem;
- w bibliotekach:
 - półki na książki – 200 lx,
 - miejsca do czytania – 500 lx,
 - kontuary – 500 lx;
- w biurach:
 - segregowanie, kopiowanie itp. – 300 lx,
 - pisanie ręczne, obsługiwanie klawiatury, czytanie, przetwarzanie danych – 500 lx,
 - kreślenie techniczne – 750 lx,
 - stanowiska pracy komputerowego wspomaganie projektowania – 500 lx,
 - pokoje spotkań i konferencji – 500 lx,
 - recepcja – 300 lx,
 - archiwa – 200 lx;
- w domach towarowych i sklepach:
 - strefy sprzedaży – 300 lx,
 - strefa kasy – 500 lx,
 - stół do pakowania – 500 lx.

Bibliografia:

1. W. Kotlarski, J. Grad (2012). *Aparaty i urządzenia elektryczne*, Warszawa: WSIP.
2. H. Markiewicz (1996). *Instalacje elektryczne*, Warszawa: WNT.
3. J. Maksymiuk (1995). *Aparaty elektryczne*. Warszawa: WNT.
4. J. Laskowski (1996). *Poradnik elektroenergetyka przemysłowego*, Warszawa: CO-SiW SEP.
5. *Poradnik inżyniera elektryka tom 3* (1996). Praca zbiorowa. Warszawa: WNT.
6. H. Markiewicz (2000). *Zagrożenia i ochrona od porażeń w instalacjach elektrycznych*. Warszawa: WNT.