

## Układ kodu IP

IP 2 3 C H

Litery kodu (International Protection)

Pierwsza charakterystyczna cyfra (cyfry 0 do 6 lub litera X) określa stopień ochrony przed dostaniem się obcych ciał stałych i dostępem do części niebezpiecznych (części będących pod napięciem lub części będących w ruchu)

Druga charakterystyczna cyfra (cyfry 0 do 8 lub litera X) określa stopień ochrony przed wnikaniem wody i szkodliwymi jej skutkami

Dodatkowa litera (nieobowiązująca) (litery A, B, C, D) określa stopień ochrony przed dostępem do części niebezpiecznych

Uzupełniająca litera (nieobowiązująca) (litery H, M, S, W) oznacza dodatkowe uzupełniające informacje

oznaczenia:

- A – wierzchem dłoni,
- B – palcem,
- C – narzędziem,
- D – drutem,
- H – urządzeń nn,
- M – ruchu w czasie prób wodą,
- S – postój w czasie prób wodą,
- W – warunków klimatycznych.

### Przykłady oznaczenia:

IP 23CS – Obudowa z takim oznaczeniem:

- (2) – chroni osoby przed dostępem palcem do części niebezpiecznych;
  - chroni urządzenie wewnątrz obudowy przed wchodzeniem obcych ciał stałych o średnicy 12,5 mm i większej,
- (3) – chroni urządzenie wewnątrz obudowy przed szkodliwymi skutkami wody natryskowej na obudowę,
- (C) – chroni przed dostępem do części niebezpiecznych osoby operująca narzędziem o średnicy 2,5 mm i większej i długości nie większej niż 100 mm (narzędzie musi wejść do obudowy na całą długość),
- (S) – badania ochrony przed szkodliwymi skutkami przedostającej się wody przeprowadzono przy wszystkich częściach urządzenia nieruchomych.




Jeżeli charakterystyczna cyfra nie jest określana, zastępuje się ją literą X (XX, gdy obie cyfry są opuszczone). Dodatkowe litery i/lub uzupełniające litery są opuszczane bez zastosowania, np.: IPX5, IP2X, IPXXB. Jeżeli podany jest układ IPX5/IPX7, to przypisano dwa różne stopnie ochrony zapewniane przez obudowę. Stopnie ochrony zapewniane przez obudowę (Kod IP) podane są w normie [N43].

### 2.1.4. Klasy ochronności urządzeń elektrycznych i elektronicznych

8. Jaki jest podział urządzeń elektrycznych i elektronicznych ze względu na zastosowany środek ochrony przedwporażeniowej przed dotykiem pośrednim (ochrony dodatkowej)?

Urządzenia elektryczne i elektroniczne ze względu na zastosowany środek ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu dzieli się na cztery klasy ochronności 0, I, II, III (tablica 2.1)

Tablica 2.1. Klasy ochronności urządzeń elektrycznych i elektronicznych [N58]

Klasa ochronności	Symbol	Cecha charakterystyczna	Warunki stosowania
Klasa 0	nie ma	Izolacja jedynie podstawowa. Brak zacisku ochronnego.	Środowisko nieprzewodzące lub dla urządzeńia przewidziana indywidualna separacja elektryczna.
Klasa I		Izolacja jedynie podstawowa. Zaciśk ochronny do przyłączenia przewodu PE lub PEN. Przewód ruchomy zasilaający (jeżeli jest) z żyłą ochronną, a wtyczka ze słynkiem ochronnym.	Przyłączenie przewodu ochronnego PE lub ochronno-neutralnego PEN do zacisku ochronnego. Zastosowanie w pomieszczeniach mieszkalnych, przemysłowych i podobnych.
Klasa II		Izolacja podwójna lub wzmochniona. Brak zacisku ochronnego. Przewód ruchomy zasilaający (jeżeli jest) bez żyły ochronnej, wtyczka bez styku ochronnego.	Stosowanie we wszystkich warunkach, o ile szczegółowe postanowienia dotyczące określonych pomieszczeń i miejsc nie stanowią inaczej. Żadnych połączeń ze środkami ochrony instalacji.
Klasa III		Zasilanie napięciem bardzo niskim w układzie SELV lub PELV (≤50 V AC). Przewód ruchomy zasilaający (jeżeli jest) bez żyły ochronnej, wtyczka bez styku ochronnego.	Stosowanie we wszystkich warunkach.

## 2.1.5. Napięcia i układy sieciowe

### 9. Jakie zakresy napięciowe stosuje się w sieciach elektrycznych niskiego napięcia?

W sieciach elektrycznych niskiego napięcia stosuje się dwa zakresy napięciowe określone w tabelicy 2.2. Napięcia znamionowe sieci oraz urządzeń elektroenergetycznych podane są w tabelicy 2.3.

Tablica 2.2. Zakresy napięciowe prądu przemiennego i stałego wg [N40]

Zakres napięciowy	Napięcie prądu przemiennego		Napięcie prądu stałego		
	Układy instalacji uziemione	Układy instalacji izolowane lub uziemione pośrednio	Układy instalacji uziemione	biegun-biegun	Układy instalacji izolowane lub uziemione pośrednio
I <sup>1)</sup>	25 < U ≤ 50 12 < U ≤ 25 6 < U ≤ 12 U ≤ 6	25 < U ≤ 50 12 < U ≤ 25 6 < U ≤ 12 U ≤ 6	25 < U ≤ 50 12 < U ≤ 25 6 < U ≤ 12 U ≤ 6	60 < U ≤ 120 30 < U ≤ 60 15 < U ≤ 30 U ≤ 15	60 < U ≤ 120 30 < U ≤ 60 15 < U ≤ 30 U ≤ 15
II	50 < U ≤ 600	50 < U ≤ 1000	50 < U ≤ 1000	120 < U ≤ 900	120 < U ≤ 1500

<sup>1)</sup> U – napięcie znamionowe instalacji;

<sup>1)</sup> wartość napięcia zależy od warunków środowiskowych.

Tablica 2.3. Napięcia znamionowe sieci oraz urządzeń elektroenergetycznych prądu stałego i przemiennego niskiego napięcia wg [N40]

Rodzaj prądu	Napięcie znamionowe w V	
	bardzo niskie	niskie
Prąd stały	6, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 96, 110	220, 440, 750 <sup>1)</sup> , 1500 <sup>1)</sup>
Prąd przemienny o częstotliwości $f = 50$ Hz	6, 12, 24, 48	230/400, 400/690, 580/1000

Uwaga: W tabelicy podano wartości preferowane.

<sup>1)</sup> dotyczy sieci trakcyjnej.

### 10. Jakie obwody elektryczne stosuje się w sieciach I zakresu napięcia?

W sieciach pierwszego zakresu napięcia stosuje się obwody: SELV (*Safety Extra Low Voltage*), PELV (*Protection Extra Low Voltage*), FELV (*Functional Extra Low Voltage*).

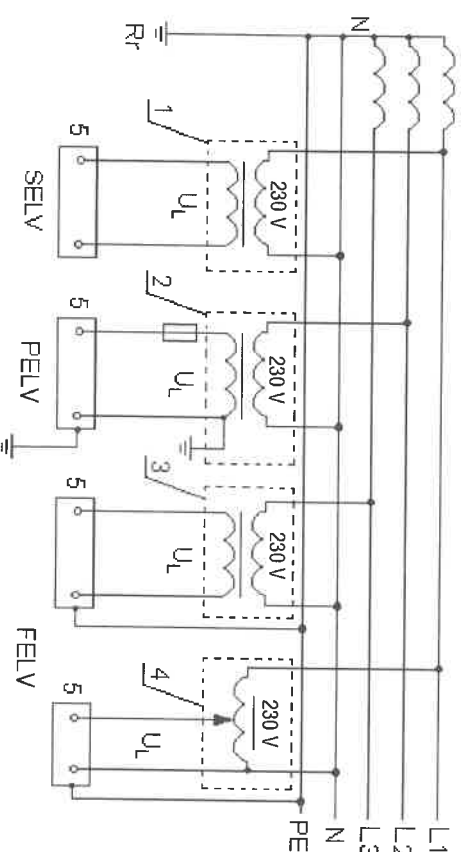
### 11. Czym charakteryzuje się obwód SELV?

Obwód SELV jest obwodem napięcia bardzo niskiego, nie przekraczającego napięcia zakresu I, bez uziemienia roboczego, zasilany ze źródła bezpiecznego

(transformator ochronny, przetwornica dwumaszynowa, baterie akumulatorów) zapewniający niezawodne oddzielenie elektryczne od innych obwodów (rys. 2.1).

### 12. Czym charakteryzuje się obwód PELV?

Obwód PELV jest obwodem napięcia bardzo niskiego, nie przekraczającego napięcia zakresu I, z uziemieniem roboczym, zasilany ze źródła bezpiecznego (transformator ochronny, przetwornica dwumaszynowa, bateria akumulatorów) zapewniający niezawodne oddzielenie elektryczne od innych obwodów (rys. 2.1).



Rys. 2.1. Rodzaje obwodów zasilanych bardzo niskim napięciem SELV, PELV, FELV: 1 – transformator ochronny, 2 – transformator obniżający, 3 – autotransformator, 4 – autotransformator, 5 – odbiorniki III klasy ochrony

### 13. Czym charakteryzuje się obwód FELV?

Obwód FELV jest obwodem napięcia bardzo niskiego, nie zapewniający niezawodnego oddzielenia elektrycznego od innych obwodów, a napięcie niskie stosowane jest ze względów funkcjonalnych, a nie dla celów ochrony przeciwporażeniowej. Źródłem zasilania może być np. autotransformator, transformator obniżający, prostownik (rys. 2.1).

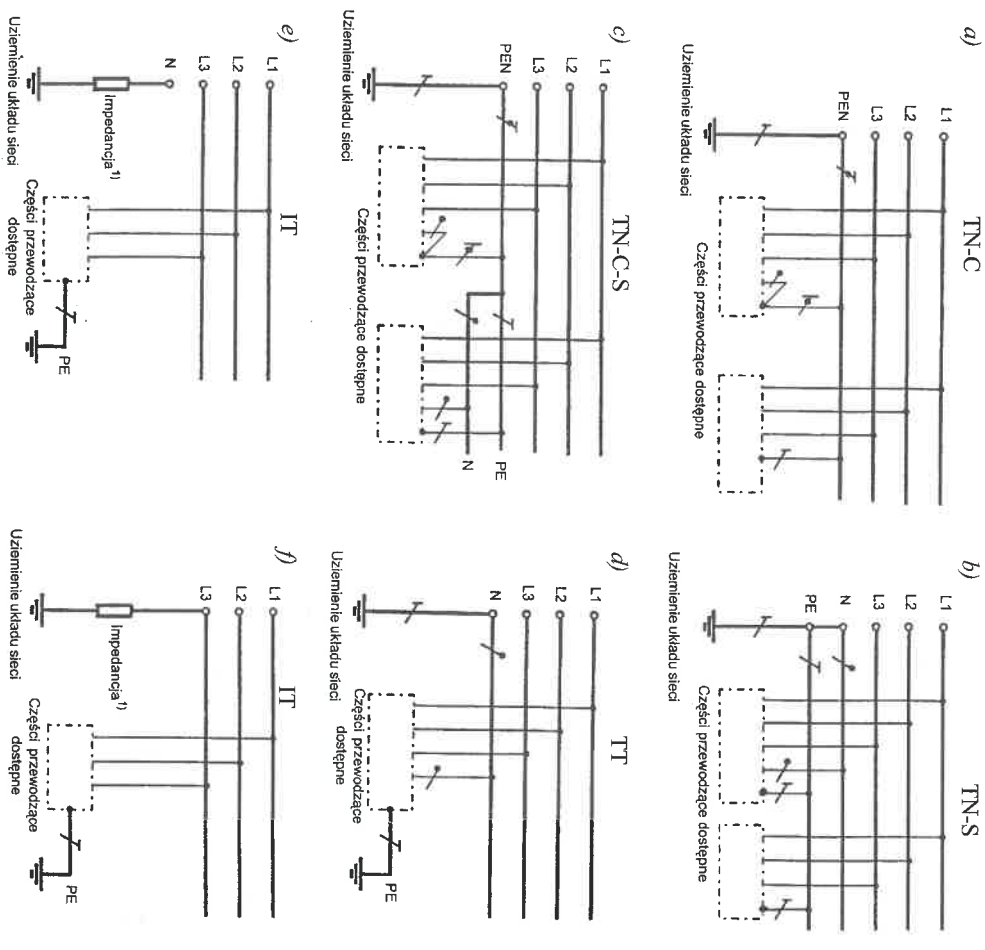
### 14. Na jakie układy sieciowe dzieli się sieci II zakresu napięcia?

Sieci II zakresu napięcia w zależności od sposobu uziemienia dzielą się na następujące układy:

- Układ sieciowy TN – podukład TN-C
- Układ sieciowy TT
- Układ sieciowy IT

Schematy układów sieciowych przedstawiono na rys. 2.2.

Najbardziejziej rozpowszechnionym układem jest układ sieciowy TN. W nowych i modernizowanych instalacjach konieczne jest stosowanie układu TN-S. Układ sieciowy IT charakteryzuje się tym, że żaden z jego przewodów nie jest związany z potencjałem ziemi, a pierwsze doziemienie umożliwia dalszą pracę i nie pociąga za sobą bezpośredniego zagrożenia. Układ IT stosuje się tam, gdzie dopuszcza się pracę przy pierwszym doziemieniu, a nie dopuszcza się przerwy w zasilaniu, np.: sale operacyjne w szpitalach.



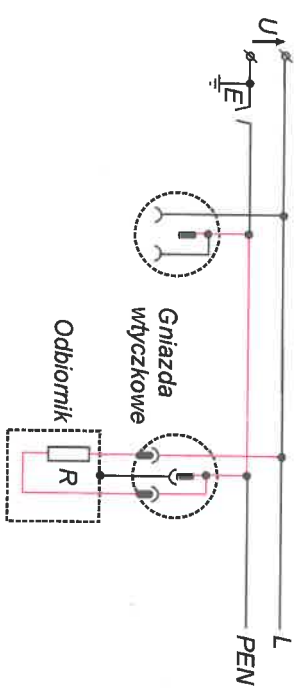
Rys. 2.2. Schemat układów sieciowych: a) TN-C, b) TN-S, c) TN-C-S, d) TT, e) IT, f) IT  
<sup>1)</sup> układ może być odizolowany od ziemi, przewód neutralny może być wyprowadzony lub nie

### 15. Jakimi cechami charakteryzuje się układ sieciowy TN?

- Układ sieciowy TN charakteryzuje się następującymi cechami:
- punkt neutralny źródła napięcia (prądnicą, transformator) powinien być uziemiony,
  - wszystkie części przewodzące dostępne, które w normalnych warunkach nie są pod napięciem, powinny być połączone z uziemionym punktem neutralnym źródła za pomocą przewodów ochronnych PE lub ochronno-neutralnych PEN,
  - zaleca się przyłączanie przewodów ochronnych i ochronno-neutralnych do uziołomów,
  - zaleca się uziemienie przewodów ochronnych w miejscu ich wprowadzenia do budynku,
  - zaleca się uziemienie punktu, w którym przewód ochronno-neutralny PEN rozdziela się na przewód ochronny PE i przewód neutralny N (układ TN-C-S),
  - każdy obiekt budowlany powinien mieć połączenia wyrównawcze główne oraz magistralę uziemiającą na poziomie głównego połączenia wyrównawczego i co 20 m wysokości budynku.

### 16. Jakie wady posiada układ sieciowy TN-C?

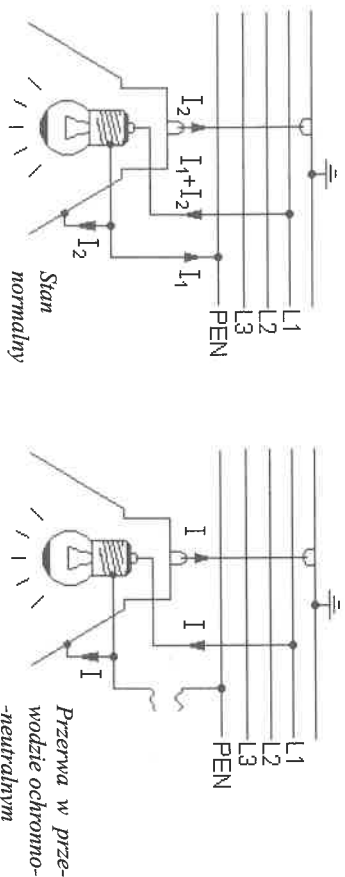
- Układ sieciowy TN-C posiada następujące wady:
- im większa asymetria obciążeń, tym większe napięcie względem ziemi panuje w przewodzie ochronno-neutralnym w miejscu zainstalowania odbiorników,
  - w przypadku przerwy w przewodzie neutralnym na stykach ochronnych gniazd wtykowych może pojawić się pełne napięcie sieciowe (rys. 2.3),



Rys. 2.3. Przerwa w przewodzie ochronno-neutralnym PEN; (kolorem czerwonym oznaczono przewody, przez które przedostaje się napięcie na styki ochronne gniazd)

- przy połączeniu opraw oświetleniowych prąd lampy płynie częściowo przez przewód ochronno-neutralny, a częściowo przez za-

- wieszenie do uziemionej konstrukcji. Przy przerwie w przewodzie ochronno-neutralnym lampa świeci nadal, a całkowity prąd płynnie przez zawieszanie (rys. 2.4),
- niemożliwość stosowania wyłączników różnicowoprądowych między innymi z tego powodu, że przewód ochronno-neutralny PEN i części przewodzące dostępne przyłączone do tego przewodu za wyłącznikiem nie zapewniają całkowitego odizolowania od ziemi, co mogłoby powodować błędne zadziałanie wyłącznika i wyłączenie instalacji w czasie normalnej pracy urządzeń na skutek upływu do ziemi części roboczego prądu obciążenia.



Rys. 2.4. Połączenie oprawy oświetleniowej w układzie TN-C

### 17. Jakimi cechami charakteryzuje się układ sieciowy TT?

Układ sieciowy TT charakteryzuje się następującymi cechami:

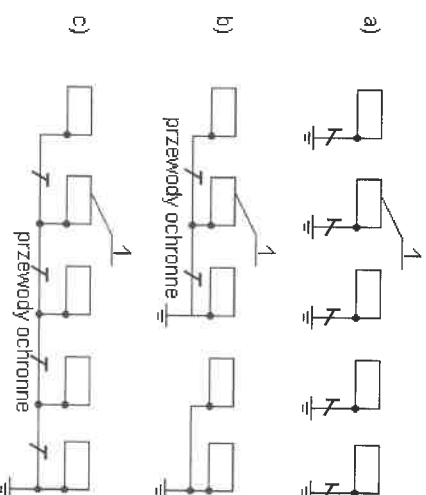
- punkt neutralny źródła napięcia (prądnicą, transformator) powinien być uziemiony,
- wszystkie części przewodzące dostępne (które w normalnych warunkach nie są pod napięciem) chronione przez to samo urządzenie ochronne powinny być połączone ze sobą przewodami ochronnymi i przyłączone do tego samego uzionu,
- każdy obiekt budowlany powinien mieć połączenia wyrównawcze główne oraz magistralę uziemiającą na poziomie głównego połączenia wyrównawczego i co 20 m wysokości budynku.

### 18. Jakimi cechami charakteryzuje się układ sieciowy IT?

Układ sieciowy IT charakteryzuje się następującymi cechami:

- punkt neutralny źródła zasilania powinien być odizolowany od ziemi bądź połączony przez bezpiecznik iskrownikowy lub dużą impedancję;

- wszystkie części przewodzące dostępne powinny być uziemione:
  - indywidualnie (rys. 2.5a),
  - grupowo (rys. 2.5b),
  - zbiorowo (rys. 2.5c);



Rys. 2.5. Sposoby uziemienia: a) indywidualne, b) grupowe, c) zbiorowe; 1 – odbiorniki

- każdy obiekt budowlany powinien mieć połączenia wyrównawcze główne oraz magistralę uziemiającą na poziomie głównego połączenia wyrównawczego i co 20 m wysokości budynku.

## 2.1.6. Oznaczenia przewodów i zacisków

### 19. W jakim celu stosuje się oznakowanie przewodów i zacisków urządzeń?

Oznakowanie przewodów i zacisków urządzeń stosuje się w celu:

- zapewnienia bezpieczeństwa użytkownika,
- uzyskania łatwej identyfikacji,
- uniknięcia pomyłek.

### 20. W jaki sposób oznacza się na schematach poszczególne przewody i zaciski urządzeń?

Do oznaczenia przewodów oraz zacisków urządzeń stosuje się symbole literowo-cyfrowe oraz barwy. Oznaczenia przewodów i zacisków oraz barwy przewodów podane są w tabelicy 2.4. Oznaczenia barwą przewodów fazowych podano przykładowo. Można stosować inne barwy zgodnie z normą [N44] za wyjątkiem zastrzeżonych dla przewodów ochronnych, ochronno-neutralnych i neutralnych. Ze względów bezpieczeństwa pojedyncza barwa żółta i pojedyncza barwa zielona nie powinny być stosowane, gdyż istnieje możliwość pomyłki.

Tablica 2.4. Oznaczenia przewodów oraz zacisków odbiorników

Rodzaj zasilania	Rodzaj przewodów lub zacisków	Oznaczenia		Oznaczenia przewodu barwą
		przewodów	zacisków	
Prąd przemienny	Przewody robocze			*
	Faza 1	L1	U	Brązowa
	Faza 2	L2	V	Brązowa
	Faza 3	L3	W	Brązowa
	Neutralny	N	N	Jasnoniebieska
Prąd stały	Biegun dodatni	L+	C	Czerwona
	Biegun ujemny	L-	D	Czarna
	Przewód środkowy	M	M	Jasnoniebieska
Prąd przemienny lub stały	Przewody ochronne		PE	
	Ochronno-neutralny	PE PEN	-	Zielono-żółta Zielono-żółta oraz na zakończeniach i w miejscach widocznych pasek jasnoniebieski, albo jasnoniebieska z paskiem zielono-żółtym na zakończeniach i w miejscach widocznych. Zielono-żółta Zielono-żółta Zielono-żółta

\* Barwy przewodów fazowych podano przykładowo.

**Oznaczenia graficzne przewodów i zacisków pełniących funkcje ochronne i przewodu neutralnego stosowane na schematach elektrycznych**

Zacisk uziemiający	
Zacisk ochronny	
Zacisk wyrównawczy	
Przewód ochronny	
Przewód ochronno-neutralny	
Przewód neutralny	

## 2.1.7. Znakowanie urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi dotyczącymi zasilania elektrycznego

21. W jakim celu stosuje się znakowanie urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi i innymi cechami?

Znakowanie urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi i innymi cechami ma na celu umożliwienie właściwego i bezpiecznego doboru oraz instalowania tych urządzeń do właściwego zasilania elektrycznego.







22. W jaki sposób znajduje się urządzenie elektryczne danymi znamionowymi?

Urządzenia elektryczne powinny być oznakowane przez podanie na nich danych znamionowych we właściwy sposób, na przykład na tabliczkach znamionowych lub etykietach. Oznakowanie to powinno być przez cały czas użytkowania urządzenia widoczne, czytelne i trwałe.

Przykłady znakowania urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi związanymi z zasilaniem elektrycznym podano w tablicy 2.5.

Tablica 2.5. Znakowanie urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi związanymi z zasilaniem elektrycznym wg [N57]

Pełny opis	Symbol graficzny	Skrót
Prąd stały 10 A		DC 10 A
Prąd przemienny sinusoidalny 1 kA		AC 1 kA
Napięcie stałe 230 V		DC 230 V
Napięcie przemienne 400 V		AC 400 V
Napięcie przemienne lub stałe 250 V		AC/DC 250 V
Zakres napięcia stałego od 0 do 400 V		DC 0..400V
Układ jednofazowy, dwuprzewodowy 230 V		2 AC 230 V
Układ jednofazowy, trójprzewodowy z jednym przewodem fazowym, neutralnym i ochronnym 230 V, 50 Hz		1/N/PE 230 V 50 Hz (patrz uwaga 1)
Układ jednofazowy, trójprzewodowy z dwoma przewodami fazowymi i przewodem neutralnym 220/110 V, 60 Hz		2/N AC 220/110 V 60 Hz

Pełny opis	Symbol graficzny	Skót
Trojprzewodowy układ prądu stałego 220 V	2/M  220 V	2/M DC 220 V
Układ trójfazowy, trójprzewodowy 400 V	3  400 V	3 AC 400 V
Układ trójfazowy, czteroprzewodowy z przewodem neutralnym 480/277 V	3N  480/277 V	3/N AC 480/277 V
Układ trójfazowy pięcioprzewodowy z oddzielnym przewodem neutralnym i przewodem ochronnym 400/230 V	3N/PE  400/230 V (patrz uwaga 1)	3/N/PE AC 400/230 V (patrz uwaga 1)
Drobny osprzęt na napięcie przemienne 250 V i prąd 16 A	 16 A 250 V (patrz uwaga 2) lub  250 V 16 A	AC $\frac{16A}{250V}$ (patrz uwaga 2) lub AC 250 V 16 A

UWAGI:

- 1) USA i Kanada nie stosują symbolu PE.
- 2) Symbole jednostek mogą być pominięte, pod warunkiem że nie powoduje to niejasności.

## 2.1.8. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym przy eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych

### 23. Jakiego rodzaju środki ochrony stosuje się przy eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych?

Przy eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych stosuje się techniczne i organizacyjne środki ochrony przed porażeniem.

### 24. Co zaliczamy do technicznych środków ochrony przed porażeniem?

Do środków technicznych zaliczamy:

- ochronę podstawową (przed dotykiem bezpośrednim),
- ochronę przy uszkodzeniu (ochronę dodatkową),
- ochronę wzmocnioną (uzupełniającą),
- zastosowanie obwodów SELV i PELV.

Środki te nazywamy ochroną przeciwporażeniową.

### 25. Co zaliczamy do organizacyjnych środków ochrony przed porażeniem?

Do środków organizacyjnych zaliczamy: organizację pracy (szkolenia, instrukcje, polecenia pisemne), wymagania kwalifikacyjne, sprzęt ochronny, inne środki organizacyjne.

## 2.2. Rodzaje ochron przeciwporażeniowych

### 26. Jak zapewniamy ochronę przeciwporażeniową w urządzeniach o napięciu do 1 kV?

W urządzeniach o napięciu do 1 kV ochronę przeciwporażeniową zapewniamy przez:

1. Zastosowanie ochrony podstawowej oraz co najmniej jednego ze środków ochrony przy uszkodzeniu.
2. Zastosowanie bardzo niskich napięć w obwodach SELV lub PELV.

### 2.2.1. Ochrona podstawowa (przed dotykiem bezpośrednim)

#### 27. Jak realizowana jest ochrona podstawowa?

Zadaniem ochrony podstawowej jest uniemożliwienie przepływu prądu elektrycznego przez ciało człowieka w normalnych warunkach pracy urządzenia elektrycznego, tj. uniemożliwienie dotknięcia części czynnych urządzeń elektrycznych. Stosuje się następujące środki ochrony podstawowej:

- izolację podstawową (izolowanie części czynnych),
- przegrody lub obudowy,
- przeszkody, bariery,
- umieszczenie poza zasięgiem ręki.

#### 28. Jak realizowana jest ochrona przez zastosowanie izolacji podstawowej?

Izolacja podstawowa jest środkiem realizowanym w postaci izolacji stałej lub gazowej. Izolacja podstawowa stała powinna pokrywać wszystkie części czynne mogące stwarzać zagrożenie. Izolacja nie może dać się usunąć z części czynnej inaczej niż przez zniszczenie. W przypadku urządzeń produkowanych fabrycznie izolacja powinna spełniać wymagania odpowiednich norm dotyczących tych urządzeń elektrycznych. Jeżeli izolacja podstawowa jest wykonywana w trakcie montażu instalacji, to jej jakość powinna być potwierdzona próbami analogicznymi do tych, którym poddaje się izolację podobnych urządzeń produkowanych fabrycznie.

Pokrycia farbą, pokostem i podobnymi produktami zastosowane samodzielnie nie są uznane za odpowiednią izolację chroniącą przed porażeniem prądem elektrycznym podczas eksploatacji.

#### 29. Na czym polega ochrona przez stosowanie przegród lub obudów?

Ochrona przez stosowanie przegród lub obudów polega na tym, że wszystkie części czynne urządzenia są umieszczone wewnątrz obudów lub przegród i niemożliwe jest ich dotknięcie (stopień ochrony co najmniej IP2X; łatwo dostępne górne powierzchnie ogrodzeń i obudów co najmniej IP4X).



Obudowy i przegrody powinny być trwałe zamocowane, nie mogą dać się usunąć bez użycia klucza lub narzędzia i muszą być odporne na normalnie występujące w warunkach eksploatacji narażenia zewnętrzne: mechaniczne, wilgotność, temperaturę, opady atmosferyczne.

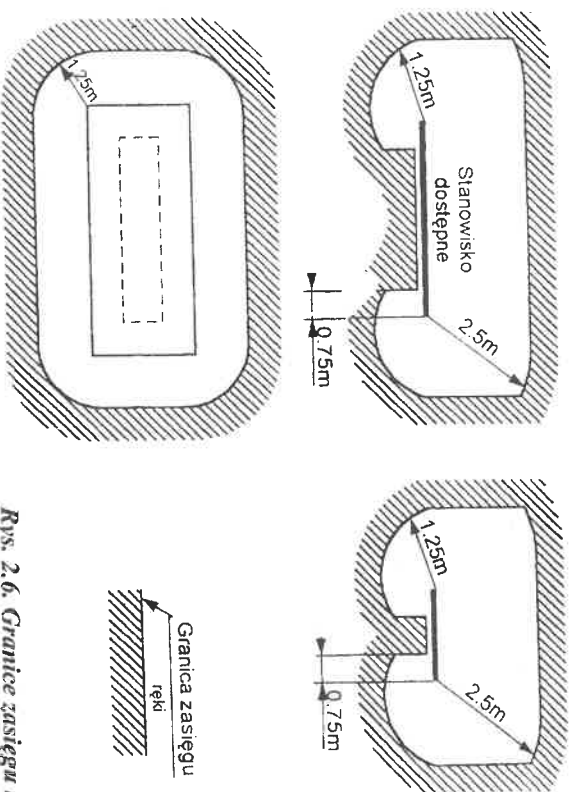
### 30. Na czym polega ochrona przez stosowanie przeszkód, barier?

Ochrona przez stosowanie przeszkód, barier ma na celu zabezpieczenie przed przypadkowym dotknięciem części czynnych, lecz nie chroni przed dotykiem bezpośrednim spowodowanym rozmysłnym działaniem. Może być stosowana tylko w przestrzeniach przeznaczonych wyłącznie dla osób posiadających kwalifikacje (np. pomieszczenie ruchu elektrycznego). Bariery powinny utrudniać: niezamierzone zbliżenie ciała do części czynnych lub niezamierzone dotknięcie części czynnych w trakcie obsługi urządzeń. Bariery mogą być usuwane bez użycia klucza lub narzędzi, lecz powinny być zabezpieczone przed niezamierzonym usunięciem.

Przeszkody są przeznaczone do ochrony osób wykwalifikowanych lub przeszkolonych, lecz nie są przeznaczone do ochrony osób postronnych.

### 31. Na czym polega ochrona przez umieszczenie części czynnych poza zasięgiem ręki?

Ochrona przez umieszczenie części czynnych poza zasięgiem ręki polega na umieszczeniu ich w taki sposób, aby były niedostępne z danego stanowiska (rys. 2.6). Ochrona ta może być stosowana głównie w pomieszczeniach ruchu elektrycznego. W miejscach, w których normalnie wykonuje się czynności z użyciem przedmiotów o dużej objętości lub długości, odległości podane na rys. 2.6 powinny być powiększone tak, aby zostały uwzględnione odpowiednie wymiary tych przedmiotów.



Rys. 2.6. Granice zasięgu ręki

### 32. Co stanowi uzupełnienie ochrony podstawowej?

Uzupełnienie ochrony podstawowej, w przypadku nieskutecznego działania innych środków ochrony przed dotykiem bezpośrednim lub w przypadku nieostrożności użytkowników, stanowi wysoko czułe urządzenie różnicowoprądowe o prądzie wyzwalającym  $I_{\Delta n} \leq 30$  mA. Urządzenie to nie może być uznane za środek ochrony podstawowej, gdyż nie zapobiega dotykowi bezpośredniemu części czynnej.

## 2.2.2. Ochrona przy uszkodzeniu (ochrona dodatkowa)

### 33. Jaki jest cel stosowania środków ochrony przy uszkodzeniu?

- Stosowanie środków ochrony przy uszkodzeniu ma na celu:
- zabezpieczenie przed skutkami niebezpiecznego napięcia dotykowego w wypadku uszkodzenia izolacji podstawowej i pojawienia się napięcia na częściach przewodzących dostępnych (obudowa, konstrukcje itp.),
  - niedopuszczenie do występowania niebezpiecznych napięć dotykowych,
  - ograniczenie prądu rażeniowego do wartości przyjętej za dopuszczalną długotrwałe,
  - ograniczenie czasu przepływu prądu rażeniowego dzięki szybkiemu wyłączeniu obwodu, w którym nastąpiło zagrożenie porażeniem.

### 34. Co to jest część przewodząca dostępna?

Część przewodząca dostępna jest to część przewodząca urządzenia, której można dotknąć, nie będąca normalnie pod napięciem, lecz może znaleźć się pod napięciem, jeśli zawiedzie izolacja podstawowa.

### 35. Jak realizowana jest ochrona przy uszkodzeniu?

- Ochrona przy uszkodzeniu realizowana jest przez:
- zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania w układzie TN, TT, IT,
  - zastosowanie urządzeń II klasy ochronności lub o izolacji równoważnej,
  - zastosowanie środowiska nieprzewodzącego (izolowania stanowiska),
  - zastosowanie separacji elektrycznej,
  - zastosowanie nieuziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych.

W każdym obwodzie instalacji należy zastosować jeden lub więcej środków ochrony biorąc pod uwagę warunki środowiskowe.

Bez ograniczeń dopuszczalne są następujące środki ochrony:

- samoczynne wyłączenie zasilania,

- urządzenia II klasy ochronności lub izolacji równoważnej,
- separacja elektryczna obwodu pojedynczego odbiornika,
- napięcie bardzo niskie (ELV) ze źródła bezpiecznego.

W przypadku kiedy instalacja jest pod nadzorem osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych, są dopuszczalne następujące środki ochrony:

- zastosowanie środków nieprzewodzącego,
- nieuziemione połączenia wyrównawcze miejscowe,
- separacja elektryczna obwodu wielu odbiorników.

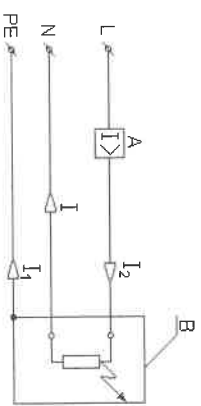
**Uwaga:** Tylko w ochronie przez samoczynne wyłączenie zasilania stosowane są uzziemione przewody ochronne (PE, PEN). Przy stosowaniu pozostałych środków ochrony przy uszkodzeniu nie wolno stosować przewodów ochronnych PE. Wymagane może być jedynie stosowanie przewodów połączeń wyrównawczych CC (nieuziemionych lub uziemionych).

### 2.2.2.1. Ochrona przez zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania

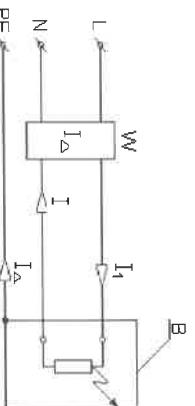
36. Jakże urządzenia mogą powodować samoczynne wyłączenie zasilania?

- Urządzeniami powodującymi samoczynne wyłączenie zasilania mogą być:
- urządzenia przetężeniowe (nadmiarowoprądowe), np. bezpieczniki, wyłączniki nadmiarowoprądowe,
  - urządzenia różnicowoprądowe, np. wyłączniki różnicowoprądowe,
  - urządzenia ochronne nadnapięciowe,
  - układy półprzewodnikowe.

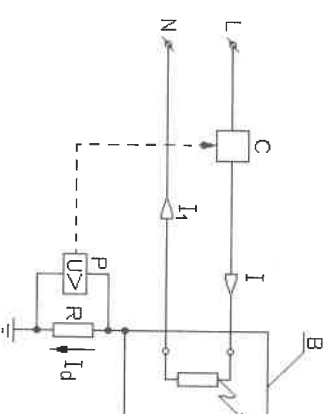
Sposób połączenia tych urządzeń w instalacji pokazano na rys. 2.7, rys. 2.8, rys. 2.9.



Rys. 2.7. Obwód z urządzeniem ochronnym przetężeniowym: A – urządzenie ochronne przetężeniowe, B – odbiornik,  $I_2$  – prąd zadziałania urządzenia



Rys. 2.8. Obwód z wyłącznikiem różnicowoprądowym: W – wyłącznik różnicowoprądowy, B – odbiornik,  $I_{\Delta}$  – różnica prądów  $I_1$  –  $I$  powodująca zadziałanie wyłącznika W



Rys. 2.9. Obwód z urządzeniem ochronnym napięciowym: C – wyłącznik, B – odbiornik, P – przekątnik nadnapięciowy, R – rezystancja uzziemienia,  $I_{\Delta}$  – prąd powodujący powstanie na rezystancji R napięcia o wartości większej niż dopuszczalna w danych warunkach środowiskowych

37. Jakże są cechy charakterystyczne i jak się oznacza bezpieczniki topikowe?

Bezpieczniki topikowe są to urządzenia ochronne jednorazowego działania, w których po przekroczeniu określonej wartości prądu następuje samoczynne wyłączenie obwodu po czasie zależnym od wartości prądu i typu wkładki topikowej. Cechą charakterystyczną bezpiecznika jest pasmowa charakterystyka czasowo-prądowa wkładki topikowej.

Charakterystyka pasmowa zawiera dwie krzywe, z których jedna dotyczy najkrótszych czasów zadziałania, a druga najdłuższych czasów wyłączenia. Typ charakterystyki czasowo-prądowej wkładki topikowej oznaczamy małymi literami  $g$  lub  $a$ . Wkładka typu  $g$  to wkładka ogólnego przeznaczenia. Wkładka typu  $a$  to wkładka przeznaczona do wyłączenia jedynie prądów zwarciovych. Nie może ona być wykorzystywana do wyłączenia obwodów przy prądach przeciążeniowych.

Drugi człon symboli oznacza kategorię użytkowania:

G – wkładka ogólnego przeznaczenia, zwłaszcza do zabezpieczania przewodów instalacji elektrycznych,

F – wkładka o charakterystyce szybkiej,

L – wkładka do zabezpieczania przewodów linii rozdzielczych, napowietrznych i kablowych,

M – wkładka do zabezpieczeń silników i urządzeń rozdzielczych,

R – wkładka do zabezpieczeń urządzeń półprzewodnikowych,

Tr – wkładka do zabezpieczania transformatorów (podaje się na niej moc transformatora, a nie prąd znamionowy),

B – wkładka do zabezpieczania w podziemnych kopalniach.

Produkowane są bezpieczniki: gG, gL, gF, aM, aR, gR, gTr, gB.

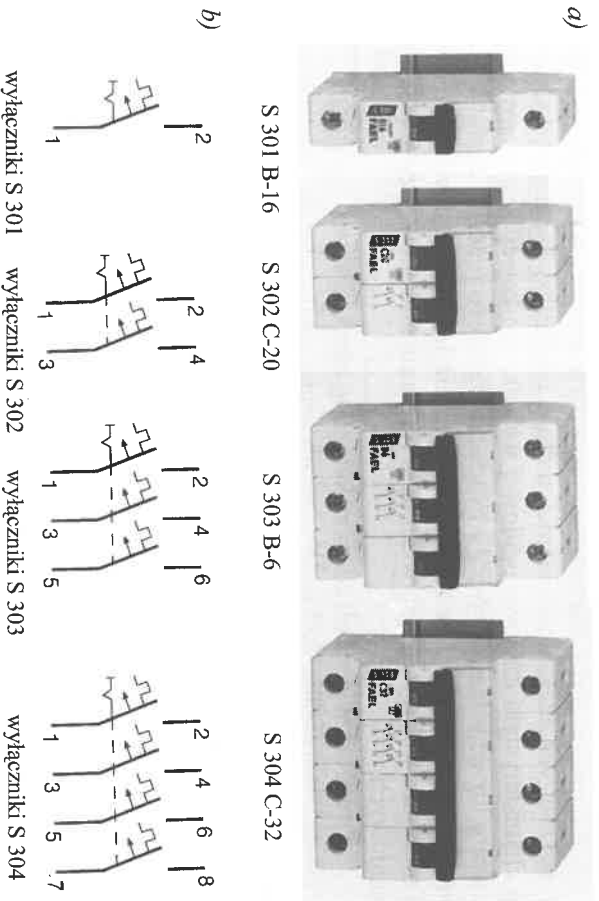


Wskaźniki zadziałania wkładek bezpiecznikowych oznacza się kolorami. Barwę wskaźnika zadziałania zależną od prądu znamionowego wkładki topikowej przedstawiono w poniższej tabeli.

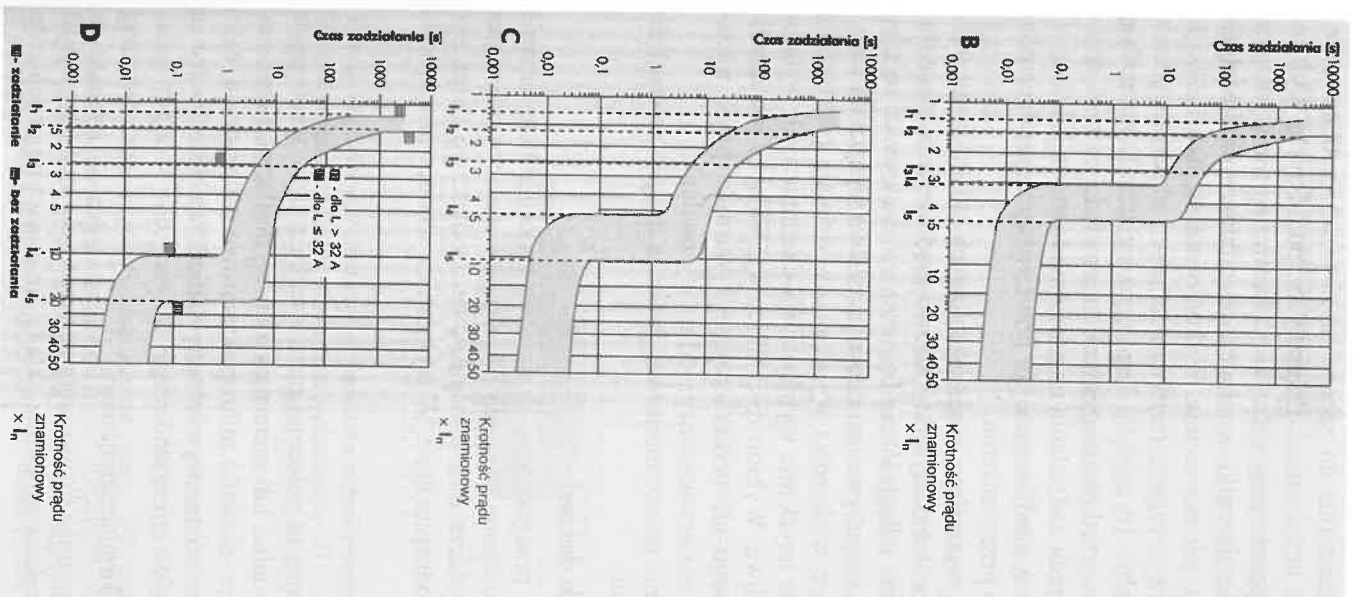
Barwa wskaźnika zadziałania	Prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej
różowa	2
brązowa	4
zielona	6
czerwona	10
szara	16
niebieska	20
żółta	25
czarna	35
biała	50
nieodczyszczona	63
srebrna	80
czerwona	100

**38. Jak są zbudowane nadmiarowe wyłączniki instalacyjne?**

Wyłączniki nadprądowe typu S300 oraz ich schematy elektryczne przedstawiono na rys. 2.10.



Rys. 2.10. Wyłączniki nadprądowe S300 produkcji LEGRAND FAEL: a) wyłączniki nadprądowe, b) schematy elektryczne



Rys. 2.11. Charakterystyki czasowo-prądowe wyłączników nadprądowych typu S300

Są to wyłączniki przeznaczone do zabezpieczeń przed skutkami przeciążeń i zwarc w instalacji oraz urządzeniach domowych i podobnych. Wyłączniki te mogą być użytkowane przez osoby niewykwalifikowane i nie wymagają konserwacji. Zastępują one bezpieczniki w obwodach odbiorczych instalacji domowych i istnieje obowiązek ich stosowania. Wykonywane są jako 1-, 2-, 3- i 4-torowe. Są wyposażone w wyzwalacze termobimetalowe i elektromagnesowe o charakterystykach B, C lub D (rys. 2.11). Tego typu wyłączniki nie nadają się do zabezpieczenia silników przed przeciążeniami ze względu na brak możliwości nastawienia wartości prądu zadziałania na poziomie równym  $1,1I_n$ .

Wyłączniki nadprądowe produkowane są przez różnych producentów i także w wersjach specjalnego przeznaczenia.

Wybiorczość działania wyzwalaczy przeciążeniowych układu wyłącznik-wyłącznik jest zapewniona, gdy charakterystyki czasowo-prądowe tych wyzwalaczy nie przecinają się, a pozioma odległość między nimi jest większa od różnicy prądów roboczych płynących w rozpatrywanym czasie przez dwa wyłączniki.

Wyzwalacze zwarciowe większości wyłączników działają praktycznie bezwzględnie, co powoduje, że uzyskanie wybiorczości działania tych wyłączników jest w zasadzie niemożliwe. Wybiorczość takich wyzwalaczy jest możliwa tylko dla prądu zwarciowego nie przekraczającego wartości prądu niezadziałania wyzwalacza wyłącznika usytuowanego od strony zasilania.

Wyłączników nadprądowych nie należy montować jeden za drugim ze względu na brak selektywności działania.

### 39. Do czego przeznaczone są wyłączniki silnikowe?

Wyłączniki silnikowe przeznaczone są do sterowania i zabezpieczania silników elektrycznych. Wyposażone są w nastawialne wyzwalacze przeciążeniowe i nienastawialne wyzwalacze elektromagnesowe. Dodatkowo mogą być wyposażone w wyzwalacze podnapięciowe. W wyłączniku wbudowane są styki pomocnicze 1r/z.

### 40. Co to są wyłączniki kompaktowe?

Wyłączniki kompaktowe to potoczna nazwa wyłączników sieciowych. Są one wyposażone w nastawialne lub nienastawialne wyzwalacze elektromagnesowe albo w nastawialne przekładniki mikroprocesorowe nadprądowe, człony różnicowoprądowe oraz w różne wyzwalacze napięciowe. Stosowane są w sieciach energetyki przemyślnej i zawodowej.

### 41. Jaka jest zasada działania wyłącznika różnicowoprądowego?

Schemat blokowy wyłącznika różnicowoprądowego pokazano na rys. 2.12. Każdy wyłącznik różnicowoprądowy składa się z następujących członów funkcjonalnych:

- A – członu pomiarowego,
- B – członu wzmacniającego,

C – członu wyłączającego,

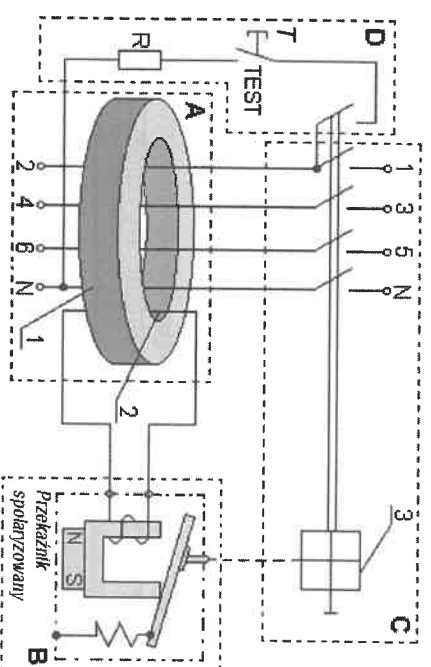
D – członu kontrolnego.

Człon pomiarowy (A) wyłącznika stanowi przekładnik prądowy Ferrantiego, który mierzy geometryczną sumę prądów roboczych przyłączonych do wyjścia wyłącznika.

Człon wzmacniający (B) zasilany jest siłą elektromotoryczną SEM wyindukowaną w uzwojeniu nawiniętym na rdzeniu przekładnika Ferrantiego. Stosowane są wzmacniacze elektromechaniczne (w postaci przekładnika spolanego) lub elektroniczne.

Człon wyłączający (C) stanowi układ stykowy z mechanizmem wyłącznika.

Człon kontrolny (D) składa się z szeregowo połączonych rezystora R i przycisku testującego T. Człon ten umożliwia sprawdzenie sprawności technicznej wyłącznika załączonego pod napięcie. Naciśnięcie przycisku T powinno spowodować bezwzględne zadziałanie wyłącznika.



Rys. 2.12. Schemat blokowy wyłącznika różnicowoprądowego: A – człon pomiarowy, B – człon wzmacniający, C – człon wyłączający, D – człon kontrolny, R – rezystor kontrolny, T – przycisk testujący; 1 – rdzeń przekładnika Ferrantiego, 2 – uzwojenie wtórne przekładnika Ferrantiego, 3 – zamek

Zasada działania wyłącznika różnicowoprądowego polega na pomiarze sumy prądów pobieranych przez odbiornik. W czasie normalnej pracy suma geometryczna prądów jest równa zeru. W przypadku uszkodzenia izolacji w stosunku do części przewodzącej dostępnej lub części przewodzącej obcej część prądu zwanego prądem upływowym popłynie do źródła omijając przewody objęte rdzeniem i suma geometryczna prądów nie będzie równa zeru, co spowoduje powstanie strumienia magnetycznego w rdzeniu i SEM w uzwojeniu nawiniętym na rdzeniu, a to z kolei poprzez człon wzmacniający spowoduje uwolnienie mechanizmu wyłącznika i odłączenie odbiornika od sieci.

#### 42. Jakie parametry charakteryzują wyłącznik różnicowoprądowy?

Wyłącznik różnicowoprądowy charakteryzują następujące parametry:

- napięcie znamionowe –  $U_n$
- prąd znamionowy obciążenia –  $I_n$
- znamionowy różnicowy prąd wyzwalający –  $I_{\Delta n}$ .

#### 43. Jak dzielimy wyłączniki różnicowoprądowe ze względu na wartość prądu różnicowego $I_{\Delta n}$ ?

Ze względu na wartość prądu  $I_{\Delta n}$  wyłączniki różnicowoprądowe można podzielić na:




- wysokoczułe, których prąd  $I_{\Delta n}$  nie przekracza 30 mA,
- średniczułe, których prąd  $I_{\Delta n}$  jest większy od 30 mA, lecz nie większy od 500 mA,
- niskoczułe, których prąd  $I_{\Delta n}$  jest większy od 500 mA.

Wszystkie wyłączniki różnicowoprądowe mogą być stosowane jako urządzenia wyłączające w ochronie przy uszkodzeniu. Wyłączniki wysokoczułe dodatkowo mogą stanowić uzupełnienie ochrony podstawowej. Wyłączniki, których prąd nie przekracza 500 mA, stanowią również środek ochrony przed pożarem instalacji elektrycznej spowodowanym prądami doziemnymi.

#### 44. Jakie rozróżniamy typy wyłączników różnicowoprądowych, jak je oznaczamy i jakie jest ich przeznaczenie?

Typy wyłączników różnicowoprądowych, ich oznaczenie i przeznaczenie przedstawiono w tabelicy 2.6.

Tablica 2.6. Typy wyłączników różnicowoprądowych

Typ	Oznaczenie	Przeznaczenie
AC		Przeznaczony do stosowania w sieciach z prądem uszkodzeniowym: sinusoidalnie zmiennym doprowadzonym w sposób ciągły lub wolno narastający.
A		Przeznaczony do stosowania w sieciach z prądem uszkodzeniowym: sinusoidalnie zmiennym i stałym pulsującym ze składową stałą do 6 mA, oraz ze sterowaniem lub bez sterowania kąta fazowego niezależnie od biegunowości i doprowadzonym w sposób nagły lub wolno narastający.
B		Przeznaczony do stosowania w sieciach z prądem uszkodzeniowym: <ul style="list-style-type: none"> <li>- sinusoidalnie zmiennym,</li> <li>- stałym pulsującym,</li> <li>- stałym pulsującym, z prądem stałym wygładzonym o wartości do 6 mA,</li> <li>- stałym, występującym w układach prostowniczych, tj. przy:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• jednofazowym połączeniu z obciążeniem pojemnościowym wytwarzającym stały prąd wygładzony,</li> <li>• trójbiegunowym połączeniu w gwiazdę lub sześciobiegunowym układzie mostkowym,</li> <li>• dwubiegunowym układzie mostkowym włączonym na napięcie międzyfazowe, oraz ze sterowaniem lub bez sterowania kąta fazowego niezależnie od biegunowości i doprowadzonym w sposób nagły lub wolno narastający.</li> </ul> </li> </ul>

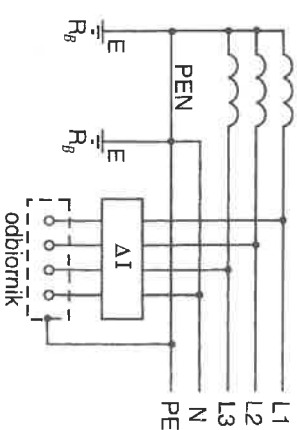
Typ	Oznaczenie	Przeznaczenie
S		Selektywny, działający z opóźnieniem, przeznaczony do współpracy przy połączeniu szeregowym z wyłącznikiem bezwłocznym.
		Wyłącznik wytrzymuje prąd zwarcia 10 000 A, pod warunkiem zabezpieczenia go bezpiecznikiem topikowym gG 80 A.
		Przeznaczony do pracy w temperaturze do minus 25°C.
		Wyłącznik o podwyższonej odporności na udary prądowe (8/20 μs) do 750 A.
		Wyłącznik jest odporny na udary 8/20 μs do 250 A.
kV		Wyłącznik jest odporny na udary 8/20 μs do 3 kA (do 300 mA) i do 6 kV (≥ 300 mA). Minimalna zwłoka czasowa 10 ms (80 ms przy $I_{\Delta n}$ ).
F	120 Hz	Wyłącznik przeznaczony do pracy przy częstotliwości 120 Hz.

#### 45. Jakie są zasady instalowania wyłączników różnicowoprądowych?

Wyłączniki różnicowoprądowe reagują na prąd uszkodzeniowy płynący do ziemi: przez izolację do uziemionego przewodu PE lub przez ciało człowieka. Nie reagują na prądy zwarcia lub przeciążeniowe płynące w przewodach roboczych. Dlatego też w każdym obwodzie z wyłącznikiem różnicowoprądowym konieczne jest stosowanie również zabezpieczeń nadprądowych (np. bezpieczników lub wyłączników nadprądowych). Wyłączniki różnicowoprądowe mogą być instalowane w następujących układach sieci niskiego napięcia: TN-S, TT, IT. Nie wolno ich stosować w układzie TN-C.

W obwodzie 1-fazowym można zastosować wyłącznik różnicowoprądowy 3-fazowy, pod warunkiem wykorzystania dla fazy torów 1-2 (rys. 2.12), z uwagi na połączenie obwodu testowania „T”.

Przykłady stosowania wyłącznika w różnych układach sieciowych pokazano na rys. 2.13; 2.14; 2.15.



Rys. 2.13. Stosowanie wyłącznika różnicowoprądowego w układzie sieciowym TN

W przewodach (kablach) współosiowych minimalny przekrój żyły PEN może wynosić 4 mm<sup>2</sup>, z tym że wszystkie połączenia i przyłączenia tej żyły powinny być dublowane, tj. ta żyła w miejscu łączenia powinna mieć dwa niezależne od siebie połączenia lub przyłączenia.

### 90. Jaki jest wymagany przekrój przewodów wyrównawczych głównych i miejscowych CC?

Wymagany przekrój przewodów wyrównawczych głównych i miejscowych podany jest w tabelicy 2.11.

Tablica 2.11. Wymagany przekrój przewodów wyrównawczych głównych i miejscowych [N22]

Połączenia wyrównawcze główne S <sub>CC</sub>	Połączenia wyrównawcze miejscowe	
	Między dwiema częściami przewodzącymi dostępnymi S <sub>CC</sub>	Między częścią przewodzącą dostępną i częścią przewodzącą obcą S <sub>CC</sub>
S <sub>CC</sub> ≥ 0,5 S <sub>PEmax</sub> lecz nie mniejszy niż 6 mm <sup>2</sup>	S <sub>CC</sub> ≥ S <sub>PEmin</sub>	S <sub>CC</sub> ≥ S <sub>PE</sub>
Dopuszcza się, by S <sub>CC</sub> był nie większy od 25 mm <sup>2</sup> Cu	Przekrój przewodów S <sub>CC</sub> nieułożonych razem z przewodami fazowymi powinien wynosić: S <sub>CC</sub> ≥ 2,5 mm <sup>2</sup> , jeśli są chronione od uszkodzeń mechanicznych S <sub>CC</sub> ≥ 4 mm <sup>2</sup> , jeśli nie są chronione od uszkodzeń mechanicznych	

Oznaczenia: S<sub>CC</sub> – przekrój przewodu wyrównawczego,  
S<sub>PEmax</sub> – największy wymagany przekrój przewodu ochronnego  
S<sub>PEmin</sub> – najmniejszy wymagany przekrój przewodu ochronnego  
S<sub>PE</sub> – przekrój przewodu ochronnego doprowadzonego do części przewodzącej dostępnej.

## 2.2.6. Uziomy i przewody uziemiające

### 91. Do czego służą uziomy i jakie są ich rodzaje?

Uziomy służą do połączenia z ziemią urządzeń podlegających uziemieniu robocznemu lub ochronnemu i mogą być naturalne lub sztuczne.

### 92. Jaki funkcje spełniają uziomienia ochronno-robocze?

Uziomienia ochronno-robocze spełniają następujące funkcje:

- zapewniania, w normalnych warunkach pracy sieci niskiego napięcia, utrzymanie się potencjału ziemi na przewodach PEN (PE) i połączonych z nimi częściach przewodzących dostępnych,

- zapobiegają długotrwałemu utrzymaniu się asymetrii napięć w sieci TN podczas zwarcć doziemnych z pominięciem przewodu PEN (PE),
- umożliwiają wyłączenie zasilania podczas zwarcć doziemnych, gdy zwarcie doziemne wystąpi na uszkodzonym przewodzie ochronnym za miejscem jego przetwarzania,
- ograniczają napięcie na przewodach PEN (PE) wywołane zwarciami doziemnymi w sieci TN,
- ograniczają napięcie pojawiające się podczas zwarcć doziemnych na przerwanym przewodzie ochronnym i połączonych z nim częściach przewodzących.

### 93. Jak powinny być uziemione punkty pracujących w układzie TN?

Wszystkie punkty neutralne sieci pracujących w układzie TN powinny być uziemione bezpośrednio. Uziemienia te należy wykonać dla każdego transformatora lub prądnicy zasilających sieć lub w ich najbliższym sąsiedztwie.

Uziemienie punktu neutralnego sieci w każdej stacji oraz uziemienia przewodów PEN (PE) przyłączonych do tego punktu powinny być wykonane tak, aby:

- wypadkowa rezystancja R<sub>B1</sub> tych uziemień, których rezystancja nie przekracza 30 Ω (każdego uziemienia), znajdujących się wraz z uziemionym przewodem na obszarze koła o średnicy 200 m, zakreślonego dookoła stacji, spełniała warunek:
 
$$R_{B1} \leq 5 \Omega;$$

- jeżeli rezystywność gruntu jest większa lub równa 500 Ωm, to wartość 5 Ω można zastąpić wartością ρ<sub>min</sub>/100, gdzie ρ – rezystywność gruntu w Ωm, oraz,
- wypadkowa rezystancja R<sub>B2</sub> wszystkich uziemień punktów neutralnych i przewodów PEN (PE) linii napowietrznych, w których możliwe jest zwarcie doziemne z pominięciem przewodów PEN (PE), spełniała warunek:
 
$$R_{B2} \leq R_E \frac{50}{U_0 - 50}$$

w którym:

50 – najwyższe dopuszczalne długotrwałe napięcie dotykowe w V,

R<sub>E</sub> – minimalna rezystancja między przewodem fazowym i ziemią odmierzana w miejscu zwarcia (można przyjmować R<sub>E</sub> = 10 Ω),

U<sub>0</sub> – napięcie znamionowe sieci względem ziemi w V;

- punkt neutralny sieci nn i połączone z nim przewody PEN (PE) mogą być połączone z uziemieniem wysokiego napięcia, jeżeli napięcie

uziomowe  $U_B$  uziomu o wypadkowej rezystancji  $R_{B2}$ , występujące przy zwarciu w sieci wysokiego napięcia nie wywoła zagrożenia porażeniowego w sieci nn, czyli jeżeli rezystancja  $R_{B2}$  spełnia warunek:

$$R_{B2} \leq \frac{U_F}{r \cdot I_{K1}}$$

w którym:

$R_{B2}$  – rezystancja uziemienia roboczego układu nn w  $\Omega$ ,

$U_F$  – największe napięcie zakłócenione zależne od czasu trwania zwarcia doziemnego,

$I_{K1}$  – prąd jednofazowego zwarcia doziemnego w urządzeniach WN,  
 $r$  – współczynnik redukcji.

94. Jak powinny być połączone przewody PEN (PE) linii elektroenergetycznych z przewodami ochronnymi PE instalacji elektrycznych odbiorców energii?

Przewody PEN (PE) linii elektroenergetycznych powinny być połączone z przewodami PE instalacji elektrycznych odbiorców energii uziemionymi poprzez główną szynę uziemiającą obiektu budowlanego i jego uziom. Rezystancja takiego uziemienia nie powinna przekraczać 30  $\Omega$ . Jeżeli rezystywność gruntu jest większa lub równa 500  $\Omega$ m, to wartość 30  $\Omega$  można zastąpić wartością  $\rho_{min}/16$ .

95. Jak powinny być rozmieszczone uziemienia przewodów PEN (PE) w sieci elektrycznej?

Rozmieszczenie uziemień przewodów PEN (PE) w napowietrznej sieci elektrycznej powinno spełniać następujące dodatkowe wymagania:

- na końcu każdej linii i na końcu każdego odgałęzienia o długości większej niż 200 m należy wykonać uziemienie o rezystancji nie większej niż 30  $\Omega$ ,
- wzdłuż trasy linii długość przewodu PEN (PE) między uziemieniami o rezystancji nie większej niż 30  $\Omega$  (chyba że z innych powodów wymaga się wartości mniejszych, np. dla uziemienia ograniczników przepięć) nie powinna przekraczać 500 m,
- na obszarze koła o średnicy 300 m zakreślonego dowolnie dookoła końcowego odcinka każdej linii i jej odgałęzień tak, aby koniec linii lub odgałęzienia znajdował się w tym kole, powinny się znajdować uziemienia o wartości wypadkowej rezystancji nie przekraczającej 5  $\Omega$ , obliczonej przy uwzględnieniu jedynie tych uziemień, których rezystancja jest nie większa niż 30  $\Omega$ .

W kablowych sieciach zaleca się spełnienie postanowień a) i c). Jeżeli rezystywność gruntu jest większa lub równa 500  $\Omega$ m, to wartość 30  $\Omega$  można zastąpić wartością  $\rho_{min}/16$ , a wartość 5  $\Omega$  wartością  $\rho_{min}/100$ .

96. Co zlicza się do uziomów naturalnych?

Do uziomów naturalnych zalicza się metalowe konstrukcje i elementy urządzeń znajdujących się w ziemi.

Przy wykonywaniu uziemień urządzeń przemiennoprądowych jako uziomy naturalne można wykorzystywać:

- systemy metalowych rur wodociagowych pod warunkiem, że użytkano na to zgodę jednostki eksploataującej te wodociagi,
- olowiane płaszczki i inne metalowe osłony kabli,
- elementy metalowe osadzone w fundamentach,
- zbrojenia betonu znajdujące się w ziemi.

97. Co zliczamy do uziomów sztucznych?

Do uziomów sztucznych zaliczamy:

- pręty lub rury metalowe wbite w ziemię,
- taśmy lub druty metalowe ułożone w ziemi,
- płyty metalowe w ziemi.

98. Z jakich materiałów wykonuje się uziomy sztuczne?

Uziomy sztuczne wykonuje się ze stali ocynkowanej lub nieocynkowanej. W środowisku o dużej korozyjnej agresywności gruntu można je wykonywać ze stali miedzianowej lub miedzi.

Najmniejsze dopuszczalne wymiary poprzeczne uziomów sztucznych zagłębionych bezpośrednio w gruncie podano w tabelicy 2.12.

Tabelica 2.12. Najmniejsze wymiary poprzeczne uziomów sztucznych zagłębionych bezpośrednio w gruncie

Lp.	Rodzaj uziomu	Materiał wyrobu	Wyrob	Najmniejsze dopuszczalne wymiary		
				średnica mm	przekrój mm <sup>2</sup>	grubość mm
1.	poziomy	stal ocynkowana na gorąco	taśma	–	100	3
2.			pręt okrągły	10	–	–
3.			taśma	–	50	2
4.	poziomy	miedz goła	pręt okrągły	–	35	–
5.			miedz ocynkowana	–	50	2
6.			taśma	–	–	–
7.	pionowy	stal ocynkowana na gorąco	rura	25	–	–
8.			pręt okrągły profilowany	20	–	–
9.			stal pomiedzianowana	pręt okrągły	–	100
9.				pręt okrągły	15	–

99. Jak powinny być umieszczone uziomy w stosunku do powierzchni gruntu?

Uziomy sztuczne pionowe powinny być zagłębione w gruncie w taki sposób, aby ich dolna krawędź znajdowała się na głębokości większej niż

2,5 m, natomiast najwyższa część na głębokości nie mniejszej niż 0,5 m pod powierzchnią ziemi.

Uziomy sztuczne poziome powinny być ułożone na głębokości nie mniejszej niż 0,5 m w rowach lub bruzdach zasypanych gruntem z wykopu.

**100. Jak powinno być wykonane połączenie przewodu uziemiącego z uziomem?**

Połączenie przewodu uziemiącego z uziomem powinno być wykonane w sposób pewny i trwały pod względem mechanicznym i elektrycznym. W przypadku zastosowania zacisku nie powinien on powodować uszkodzenia uziomu (np. rury) lub przewodu uziemiającego.

**101. Jakie są najmniejsze dopuszczalne przekroje przewodów uziemiących?**

Przekroje przewodów uziemiających  $S_E$  muszą być większe lub równe przekrojom ochronnym  $S_{PE}$  (tablica 2.10). Jeżeli przewód uziemiający nie jest żyłą przewodu (kable), to jego przekrój nie powinien być mniejszy niż:

- 2,5 mm<sup>2</sup> przy stosowaniu zabezpieczenia przed mechanicznym uszkodzeniem,
- 4 mm<sup>2</sup> przy braku zabezpieczenia przed mechanicznym uszkodzeniem.

Przewody uziemiające ułożone w ziemi muszą spełniać wymagania podane w tablicy 2.13.

Tablica 2.13. Przekroje przewodów uziemiających ułożonych w ziemi [N22]

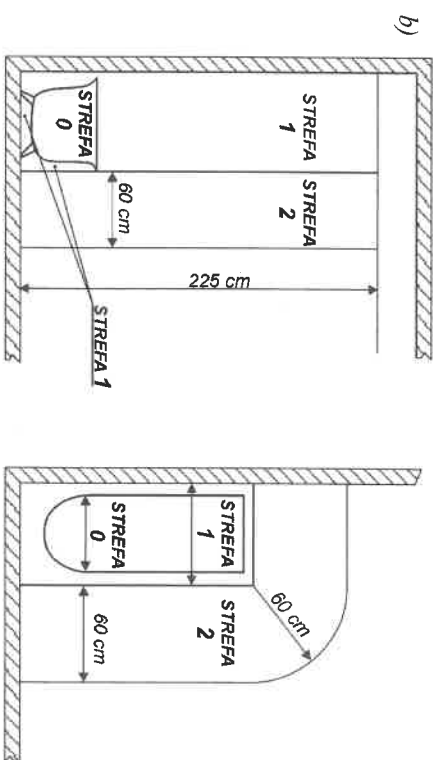
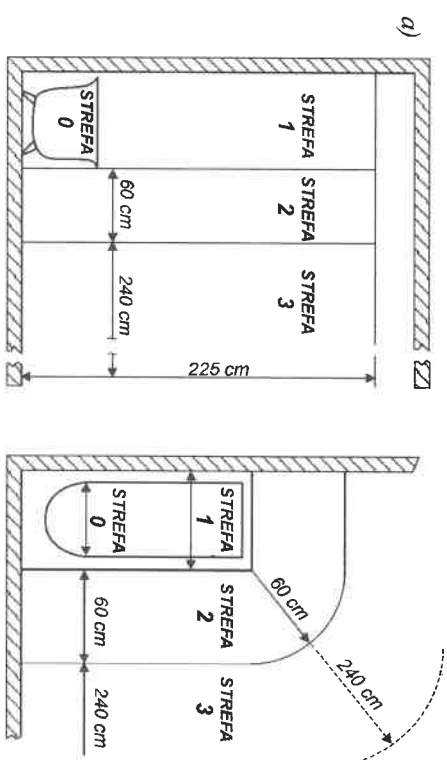
	Najmniejszy dopuszczalny przekrój przewodów uziemiających $S_E$	
	Zabezpieczone przed korocją	Nie zabezpieczone przed mechanicznym uszkodzeniem
Zabezpieczone przed korocją	$S_E \geq S_{PE}$	$S_E \geq 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nie zabezpieczone przed korocją	$S_E \geq 25 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ $S_E \geq 50 \text{ mm}^2 \text{ Fe (ocynkowany)}$	$S_E \geq 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ $S_E \geq 16 \text{ mm}^2 \text{ Fe (ocynkowany)}$

**2.2.7. Wymagania dodatkowe dotyczące ochrony przeciwporażeniowej w zależności od warunków środowiskowych**

**2.2.7.1. Pomieszczenia wyposażone w wannę lub basen natryskowy (łazienki)**

**102. Jakie strefy ochronne wyróżnia się w pomieszczeniach łazienek?**

Wg dotychczasowej normy PN-IEC 60364-7-701:1999 w pomieszczeniach łazienek wyróżnia się cztery strefy ochronne: 0, 1, 2, 3. Norma IEC 60364-7-701:2006 likwiduje strefę 3, a przestrzeń pod wanną lub basenem natryskowym zalicza do strefy 1. Wymiary stref pokazano na rys. 2.30.



Rys. 2.30. Wymiary stref ochronnych w pomieszczeniach wyposażonych w wannę: a) wg PN-IEC 60364-7-701:1999, b) wg IEC 60364-7-701:2006

**103. Jakie wymagania stawiane są ochronie przeciwporażeniowej w łazienkach?**

Ochronie przeciwporażeniowej w pomieszczeniach łazienek stawiane są następujące wymagania:

- w pomieszczeniu powinny być wykonane połączenia wyrównawcze miejscowe łączące wszystkie części przewodzące obce znajdujące się w strefach 1, 2, 3 ze sobą oraz z przewodem ochronnym (rys. 2.29). Częściami przewodzącymi obcymi są tylko te części przewodzące nie będące częściami urządzeń elektrycznych, które do rozprawywnego pomieszczenia mogą wprowadzić określony potencjał, zazwyczaj potencjał ziemi, np.: metalowe rurociągi, metalowe konstrukcje budynków, przewodzące podłogi lub ściany, metalowe wanny połączone z ziemią poprzez metalowe rurociągi;



- druga oznacza liczbę i przekroje żył, np.: YDYp 300 4×4, co oznacza: przewód kabelkowy, czterożyłowy miedziany, o izolacji i w osłonie z polwinitu, płaski, na napięcie 300 V.

Ważniejsze symbole używane do oznaczania przewodów przedstawiono w tabelicy 4.18.

Tablica 4.18. Oznaczenia przewodów elektroenergetycznych

Oznaczenie	Rodzaj budowy lub przeznaczenia
D	Konstrukcja żyły przewodu
L	linka
bez oznaczenia	Material żyły (przed symbolem konstrukcji żyły)
A	miedz aluminium
Y	Material izolacji żyły (po symbolu konstrukcji żyły)
G	polwinit
X	guma
XS	polietylen
Yc	polietylen usieciowany
Yn	Material powłoki (przed symbolem materiału żyły)
X	polwinit
XS	polietylen usieciowany
t	Dodatkowe oznaczenia lub budowy
u	wtykowy
Ft	o wzmożonej izolacji polwinitowej
a	powłoka uzbrojona drutami metalowymi
P	opancerzony taśmą stalową
zo	odporny na wpływy atmosferyczne
K	przewód kabelkowy okrągły
S	przewód kabelkowy płaski
O	przewód z elementem nośnym
M	żyła przewodu ochronnego o izolacji zielono-żółtej
W	przewód warsztatowy
P	przewód przemysłowy







### 10. Co to jest obciążalność prądowa długotrwała przewodu?

Obciążalność prądowa długotrwała przewodu  $I_z$  jest to maksymalna wartość prądu, który może płynąć długotrwałe w określonych warunkach bez przekroczenia dopuszczalnej temperatury przewodu.

Obciążalność prądowa długotrwała przewodu zależy od rodzaju materiału żyły, rodzaju izolacji, sposobu i miejsca ułożenia (tablica 4.19).

Tablica 4.19. Obciążalności prądowe długotrwałe przewodów miedzianych  $I_z$  w A, w izolacji PVC, ułożonych w różny sposób (tabl. 4.17) w temperaturze otoczenia 30°C [N18]

Sposób ułożenia	Obciążalność prądowa w A									
	A1	A2	B1	B2	C					
Liczba obciążonych żył	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Przekrój żył w mm <sup>2</sup>	Obciążalność prądowa w A									
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259
150	240	216	219	196	—	—	—	—	344	299
185	273	245	248	223	—	—	—	—	392	341
240	321	286	291	261	—	—	—	—	461	403
300	367	328	334	298	—	—	—	—	530	464

Sposób ułożenia	E			F			G		
	2	3	 lub 	2	3		2	3	poziome pionowe
Liczba obciążonych żył	2	3	 lub 	2	3		2	3	poziome pionowe
Przekrój żył w mm <sup>2</sup>	Obciążalność prądowa w A								
1,5	22	18,5	—	—	—	—	—	—	—
2,5	30	25	—	—	—	—	—	—	—
4	40	34	—	—	—	—	—	—	—
6	51	43	—	—	—	—	—	—	—
10	70	60	—	—	—	—	—	—	—
16	94	80	—	—	—	—	—	—	—
25	119	101	—	—	—	—	—	—	—
35	148	126	131	114	110	146	146	130	—
50	180	153	162	143	137	181	181	162	—
70	232	196	196	174	167	219	219	197	—
95	282	238	251	225	216	281	281	254	—
120	328	276	304	275	264	341	341	311	—
			352	321	308	396	396	362	—

- sprawdzenie stanu osłon i zamocowania urządzeń oświetlenia elektrycznego,
- badanie kontrolne natężenia oświetlenia i jego zgodności z normą,
- czynności konserwacyjne i naprawy zapewnijające poprawę pracy urządzeń oświetlenia elektrycznego.

### 13. W jaki sposób powinien być regulowany czas pracy sieci elektrycznego oświetlenia ulicznego?

Czas pracy sieci elektrycznego oświetlenia ulicznego powinien być regulowany automatycznie (np. przekaźnikiem zmierzchowym, zegarem przelaczającym) i być dostosowany do pory roku oraz warunków lokalnych.

### 14. Kiedy sieć elektrycznego oświetlenia ulicznego powinna być przekazana do remontu?

Sieć elektrycznego oświetlenia ulicznego powinna być przekazana do remontu, jeżeli stwierdza się:

- pogorszenie stanu technicznego opraw, które uniemożliwia uzyskanie wymaganej wartości natężenia oświetlenia,
- uszkodzenie zagrażające bezpieczeństwu obsługi lub otoczenia.

## 4.15.3. Organizacja bezpiecznej pracy przy sieciach elektrycznego oświetlenia ulicznego

### 15. Jak powinna być wykonywana praca przy sieciach elektrycznego oświetlenia ulicznego?

Praca przy sieciach elektrycznego oświetlenia ulicznego powinna być wykonywana w sposób bezpieczny, nie stwarzający zagrożenia tak dla pracowników, jak i dla osób postronnych, w oparciu o Zakładową Instrukcję Eksploatacji.

### 16. Na jakie polecenie mogą być wykonywane prace przy sieciach elektrycznych oświetlenia ulicznego?

Prace przy sieciach elektrycznych oświetlenia ulicznego mogą być wykonywane: na polecenie pisemne, ustne lub bez polecenia. Wykaz prac, które mogą być wykonywane bez polecenia, oraz wykaz prac, które muszą być wykonywane na polecenie pisemne lub ustne, musi być wyszczególniony w Zakładowej Instrukcji Eksploatacji.

### 17. Jakie prace mogą być wykonywane bez polecenia?

- Bez polecenia mogą być wykonywane prace:
- związane z ratowaniem zdrowia i życia ludzkiego oraz urządzeń przed zniszczeniem,

- wymiana wkładek bezpiecznikowych (o nieuszkodzonych podstawach) na tablicach oświetlenia w stacjach, szafkach oświetleniowych, słupach oświetlenia wydzielonego,
- inne prace wyszczególnione w Zakładowej Instrukcji Eksploatacji.

### 18. Jakie powinno być wyposażenie brygady w sprzęt ochrony i narzędzia pracy?

Brygada powinna być wyposażona wg potrzeb w następujący sprzęt ochrony i narzędzia pracy:

- wskaźnik napięcia akustyczno-optyczny SN – 1 szt.,
- wskaźnik niskiego napięcia – 1 szt.,
- drążek izolacyjny SN – 1 szt.,
- uchwyty do bezpieczników typu Bm – 1 szt.,
- uzmiennicze przenośne typu lekkiego wg potrzeb,
- rękawice elektroizolacyjne – 2 pary,
- tablice ostrzegawcze, zakazu, informacyjne – 1 komplet,
- znak drogowy ostrzegawczy „Roboty drogowe” – 1 komplet,
- przyrząd do pomiaru skuteczności ochrony przeciwporażeniowej – 1 szt.,
- induktorowy miernik izolacji – 1 szt.,
- woltomierz – 1 szt.,
- amperomierz cęgowy – 1 szt.,
- apteczka pierwszej pomocy przy pracy brygady w terenie – 1 szt.

Ponadto elektromonter powinien posiadać:

- kask ochronny – 1 szt.,
- szelki ochronne – 1 szt.,
- okulary ochronne – 1 szt.
- kamizelkę odblaskową ostrzegawczą – 1 szt.,
- rękawice ochronne – 1 para,
- wskaźnik napięcia do 1 kV – 1 szt.,
- torbę monterską z odpowiednim do potrzeb wyposażeniem – 1 szt.

## 4.16. Elektryczne urządzenia w wykonaniu przeciwybuchowym

### 4.16.1. Zagrożenia wybuchem

#### 1. W jakich warunkach może powstać niebezpieczeństwo wybuchu?

Niebezpieczeństwo wybuchu może powstać, gdy w powietrzu znajdują się substancje tworzące z nim mieszaninę wybuchową.

**Mieszanią wybuchową** nazywa się taką mieszaninę gazów palnych, par, cieczy lub łatwo zapalnych pyłów i włókien z powietrzem, w której jest dostateczna ilość czynników palnych (powyżej tzw. dolnej granicy wybuchowości), która pod wpływem energii cieplnej, np. iskry, płomienia, łuku elektrycznego lub nagrzanej powierzchni, ulega gwałtownemu spalaniu połączonemu z gwałtownym wzrostem ciśnienia.

Inicjatorami wybuchu mogą być iskry elektryczne powstałe podczas pracy urządzeń i instalacji, przepięć i zwarcie, wyładowań atmosferycznych i elektrostatycznych oraz iskry krzesane.

Wybuch mogą również wywołać części urządzeń i instalacji nagrzane do temperatury zapalenia substancji występującej w mieszaninie wybuchowej.

## 2. Jakie są podstawowe parametry wybuchowe?

Podstawowymi parametrami wybuchowymi są:

- temperatura zapłonu cieczy łatwo zapalnej,
- granice wybuchowości (dolna i górna),
- gęstość względna gazu lub pary w stosunku do powietrza,
- temperatura samozapłonu palnych gazów, par, cieczy, łatwo zapalnych pyłów i włókien,
- temperatura tlenia pyłów i włókien.

## 3. Od czego zależy prawidłowe i bezpieczne funkcjonowanie instalacji i urządzeń elektrycznych w przestrzeniach zagrożonych wybuchem?

Prawidłowe i bezpieczne funkcjonowanie instalacji i urządzeń elektrycznych w strefach zagrożonych wybuchem zależy w znacznym stopniu od oceny zagrożenia wybuchem, zastosowanych urządzeń, kabli, przewodów i osprzętu elektrycznego oraz od środków zapobiegających powstaniu wybuchu.

Strefy zagrożenia wybuchem i ich wymiary powinny być określone w pierwszej kolejności, ponieważ na ich podstawie określa się, jakie powinny być zastosowane instalacje i urządzenia elektryczne oraz ochrona odgromowa, ochrona przed elektryzacją statyczną, ochrona przepięciowa, ochrona przeciwporażeniowa, ochrona katodowa itp., decydujące o bezpieczeństwie i funkcjonalności obiektu.

## 4. Przez kogo powinna być dokonana ocena zagrożenia wybuchem?

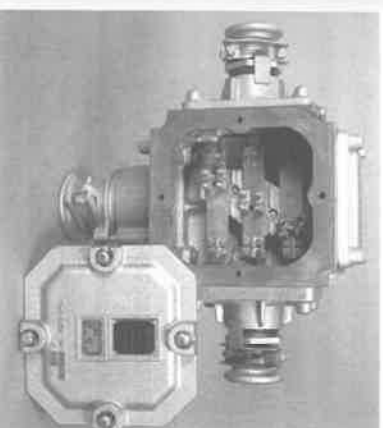
Ocena zagrożenia wybuchem powinna być wykonana przez jednostkę uprawnioną, jednostkę projektową lub użytkownika decydującego o rodzaju i zakresie technologii.

Przy ocenie zagrożenia wybuchem należy uwzględnić wszystkie czynniki i okoliczności mogące mieć wpływ na powstanie mieszaniny wybuchowej, a więc: rodzaj źródła zagrożenia, rodzaj składników palnych, rodzaj wentylacji, czas wydzielenia, ciśnienie, temperaturę itp.

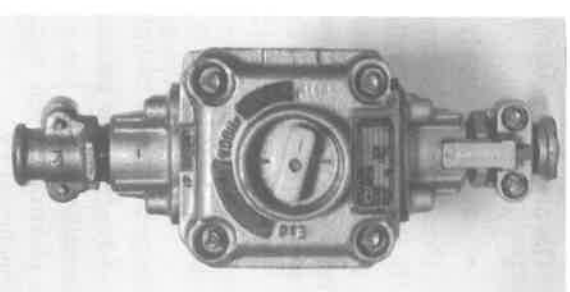
## 4.16.2. Urządzenia elektryczne przeciwybuchowe Ex i przestrzenie (strefy) zagrożenia

### 5. Co to są urządzenia przeciwybuchowe Ex?

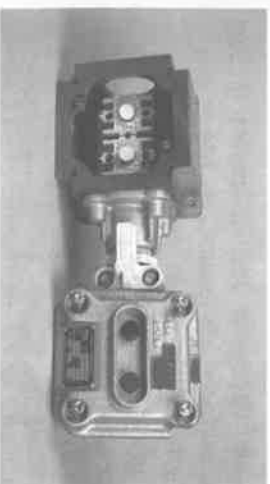
Urządzenia przeciwybuchowe Ex są to urządzenia elektryczne, w których konstrukcji lub sposobie działania zastosowano odpowiednie zabezpieczenia wykluczające lub ograniczające możliwość zapoczątkowania wybuchu przez iskry czy temperaturę powstające w czasie pracy lub awarii urządzenia.



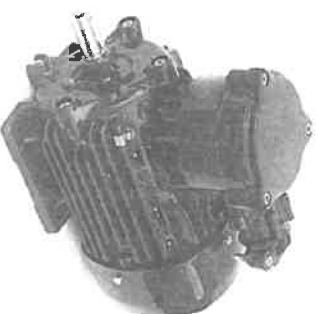
Rys. 4.86. Skrzynka szynowa zaciskowa ognioszczelna typ SSS-Exd IIBT6



Rys. 4.87. Rozłącznik ręczny ognioszczelny typ WR-10 Exd IIBT6



Rys. 4.88. Przycisk sterowniczy ognioszczelny typ PP-62 Exd IBT6



Rys. 4.89. Trójfazowy silnik indukcyjny przeciwybuchowy w osłonie ognioszczelnej EExd IP-54

## 6. Jak dzielimy urządzenia elektryczne przeciwwybuchowe w zależności od przeznaczenia?

W zależności od przeznaczenia urządzenia elektryczne przeciwwybuchowe dzielimy na dwie grupy:

- Grupa I – obejmuje urządzenia kategorii M1 i M2 przeznaczone dla górnictwa (kopaliń metanowych).
- Grupa II – obejmuje urządzenia kategorii 1, 2 lub 3 przeznaczone dla przemysłów, w których występują substancje zaliczane do podgrup: IIA, IIB, IIC i klas temperaturowych T1 do T6.

Dla urządzeń podgrupowych IIA, IIB, IIC są określone:

- wymiary złączy (szczelin ognioszczelnych),
- minimalne prądy zapalające dla urządzeń iskrobezpiecznych.

Urządzenia podgrupy IIC spełniają wymagania dla urządzeń podgrupy IIA i IIB, a urządzenia IIB dla podgrupy IIA.

Urządzenia elektryczne, elektroniczne, mechaniczne, technologiczne itp. przeznaczone do stosowania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem powinny spełniać wymagania Dyrektywy UE i Rozporządzenia [A9].

Zgodnie z ustawami Dyrektywy UE dla urządzeń nowych w wykonaniu przeciwwybuchowym powinien być wystawiony certyfikat przez stację badawczą nostryfikowaną przez UE.

## 7. Jak dzielimy urządzenia w zależności od zastosowanego zabezpieczenia przed wybuchem?

Urządzenia w zależności od zastosowanego zabezpieczenia przed wybuchem zalicza się do kategorii 1, 2 lub 3, a w przypadku urządzeń elektrycznych i elektronicznych dodatkowo od odpowiedniego rodzaju budowy przeciwwybuchowej Ex.

- Do kategorii 1 zalicza się urządzenia, w których zastosowane zabezpieczenia przed wybuchem zapewniają bezpieczeństwo nawet w przypadku wystąpienia dwóch niezależnych od siebie uszkodzeń. Mogą one być stosowane w strefach o stałym zagrożeniu wybuchem.
- Do kategorii 2 zalicza się urządzenia, w których zastosowane zabezpieczenie przed wybuchem zapewnia bezpieczeństwo w przypadku wystąpienia częstych zakłóceń lub uszkodzeń. Mogą one być stosowane w strefach o czasowym zagrożeniu wybuchem.
- Do kategorii 3 zalicza się urządzenia, w których zastosowane zabezpieczenia przed wybuchem zapewniają bezpieczeństwo podczas normalnej pracy. Mogą one być stosowane w strefach okazjonalnie zagrożonych wybuchem.


## 8. Jak powinno być oznaczone każde urządzenie elektryczne w wykonaniu przeciwwybuchowym Ex?

Każde urządzenie elektryczne w wykonaniu przeciwwybuchowym Ex powinno posiadać oznaczenia dotyczące wykonania przeciwwybuchowego, nazwę producenta, typ urządzenia oraz parametry elektryczne.

Ponizej podano przykład oznaczeń dotyczących wykonania przeciwwybuchowego:

**ExII2GEEExdIIBT3** – urządzenia w wykonaniu przeciwwybuchowym w osłonie/obudowie ognioszczelnej, np.: silnik, stycznik, gniazdo wtykowe itp.

Oznaczenia:

-  – zabezpieczenie przeciwwybuchowe,
- II** – grupa urządzenia,
- 2** – kategoria urządzenia,
- G** – gaz, para,
- Exd** – urządzenie przeciwwybuchowe w osłonie/obudowie ognioszczelnej,
- IIB** – podgrupa wybuchowości,
- T3** – klasa temperaturowa.

## 9. Jak klasyfikuje się przestrzenie zagrożone wybuchem?

W zależności od częstotliwości i czasu występowania atmosfery mieszaniny wybuchowej przestrzenie zagrożone wybuchem klasyfikuje się na strefy:

- 0, 1, 2 – dla gazów i par,
- 20, 21, 22 – dla pyłów i włókien.

**Strefa 0** – atmosfera wybuchowa występuje przez dłuższy okres czasu lub ciągle, np.: w zbiornikach technologicznych.

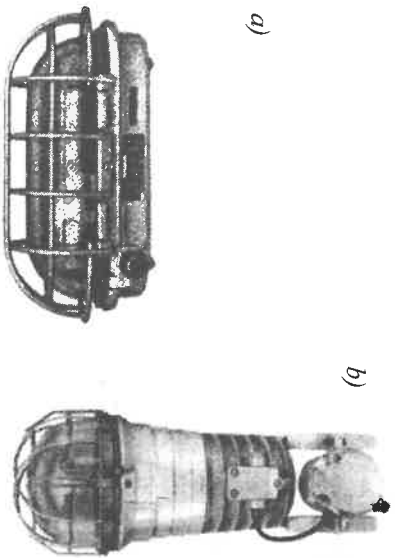
**Strefa 1** – pojawienie się atmosfery wybuchowej jest prawdopodobne w normalnych warunkach pracy, np.: wokół nieszczelnych urządzeń.

**Strefa 2** – pojawienie się atmosfery wybuchowej podczas normalnych warunków pracy jest mało prawdopodobne, a jeżeli wystąpi, to w niedużej objętości i przez krótki czas.

**Strefa 20** – atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu występuje stale przez długi czas np.: wewnątrz urządzeń technologicznych, np.: silosy, młyny itp.

**Strefa 21** – atmosfera wybuchowa może wystąpić okazjonalnie w normalnych warunkach pracy, np. w wyniku rozszczelnienia urządzeń produkcyjnych.

**Strefa 22** – atmosfera wybuchowa może wystąpić w normalnych warunkach pracy przez krótki okres czasu, np. gdy połączenia elastyczne urządzeń ulegną uszkodzeniu.



Rys. 4.90. Przeciwybuchowe oprawy oświetleniowe:  
 a) oprawa kanałowa do źródeł żarowych EExeT1 (100 W),  
 b) oprawa zwieszana dla żarówek mieszanych do 500 W (ręciowych i sodowych) z wbudowanym statecznikiem. Cecha przeciwwybuchowości EExde IIB T3-T6

10. Jakie są klasy temperatury ustalone dla urządzeń przeciwybuchowych grupy II w zależności od maksymalnej temperatury powierzchni mającej styczność z mieszaniną wybuchową?

Dla elektrycznych urządzeń przeciwybuchowych grupy II w zależności od maksymalnej temperatury powierzchni mającej styczność z mieszaniną wybuchową ustalono sześć klas temperaturowych podanych w tabelicy 4.27.

Tablica 4.27. Klasyfikacja maksymalnych temperatur powierzchni dla urządzeń elektrycznych grupy II wg [N46]

Klasy temperaturowe	Maksymalna temperatura powierzchni w °C
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

#### 4.16.3. Instalowanie urządzeń i obwodów elektrycznych w przestrzeniach (strefach) zagrożonych wybuchem

11. Jakie zasady powinny być przestrzegane przy instalowaniu urządzeń elektrycznych w strefach zagrożonych wybuchem?

Urządzenia elektryczne w strefach zagrożonych wybuchem powinny być instalowane:

- przez pracowników przeszkolonych i uprawnionych w zakresie budowy i montażu,

- po zapoznaniu się z rodzajem zabezpieczeń urządzeń przeciwybuchowych oraz sprawdzeniu ich stanu technicznego. Urządzenie uszkodzone lub o parametrach Ex niezgodnych z dokumentacją certyfikatami lub zamówieniem nie powinno być zainstalowane,
- zgodnie z dokumentacją projektową i techniczno-ruchową lub instrukcją producenta,
- zgodnie z przeznaczeniem według posiadanych parametrów przeciwybuchowych w certyfikacie,
- z zachowaniem bezpiecznych metod pracy,
- wg zasad wynikających z rodzaju obudów urządzeń przeciwybuchowych.

Zasady instalowania urządzeń oraz kolejność czynności przy ich montażu powinny być podane w dokumentacji techniczno-ruchowej lub w instrukcjach producentów oraz w dokumentacji projektowej.

12. Jakich zasad należy przestrzegać przy instalowaniu urządzeń w obudowie ognioszczelnej „d”?

Instalując urządzenia w obudowie ognioszczelnej należy:

- umieszczać je tak, aby złącze ognioszczelne było oddalone od jakiegokolwiek przeszkody stałej, nie będącej częścią tego urządzenia, o 40 mm (dotyczy wodoru) przy podgrupie wybuchowości IIC, 30 mm przy IIB i 10 mm przy IIA,
- podczas montażu uzyskać wymagany rodzaj zabezpieczenia przeciwybuchowego przy wprowadzeniu kabli/przewodów zasilających i sterowniczych,
- przewody/kable wprowadzać do urządzeń przez certyfikowane wpusty budowy Exd dostosowane do typu urządzenia i rodzaju budowy przewodu/kabla,
- zabezpieczyć złącze ognioszczelne przed uszkodzeniem. Złącze nie należy malować, zaklejać taśmą, zatykać, np. towolien, masami izolacyjnymi itp.,
- śruby dokręcać odpowiednim kluczem z określoną siłą wg wskazań normy lub producenta.

Pierścienie uszczelniające powinny być o wymiarach (średnica i długość) dostosowanych do podgrupy wybuchowości, wolnej osłoniętej objętości osłony, rodzaju gniazda oraz budowy przewodu/kabla itp., wg wskazań producenta.

13. Jakich zasad należy przestrzegać przy instalowaniu urządzeń budowy wzmocnionej „e”?

Instalując urządzenie budowy wzmocnionej należy:

- zachować odstęp izolacyjny w powietrzu i po izolacji,
- w skrzyżowaniach instalować tylko podzespoły i elementy certyfikowane,

- przewody/kable wprowadzać przez certyfikowane wpusty Exe do stosowane do ich wymiarów i powłok,
- zachować wymagany stopień ochrony szczelności IP,
- silniki indukcyjne z wirnikiem klatkowym zabezpieczać przed przeciążeniami przy uwzględnianiu wartości czasu  $t_p$  oraz  $I_{\Delta}/I_N$  i przed pracą niepełnofazową.

#### 14. Jakich zasad przestrzegać przy instalowaniu urządzeń i obwodów iskrobezpiecznych „P”?

Instalując urządzenia i obwody iskrobezpieczne należy:

- nie zmieniać i nie przekraczać parametrów iskrobezpieczeństwa ( $t_f$ , wartości indukcyjności, pojemności, rezystancji, L/R, temperatury powierzchni),
- weryfikować całość obwodu, szczególnie gdy jest w nim zainstalowanych więcej niż jedno urządzenie/obwód,
- separować zaciski obwodów iskrobezpiecznych od nieiskrobezpiecznych na odległość minimum 50 mm,
- odsunąć na odległość 15 mm od ścian obwodów uziemionych minimalną odległość pomiędzy częściami przewodzącymi i uziemionymi powinna wynosić 3 mm,
- uziemiać obwody poza strefami zagrożonymi wybuchem (np. bariery) przy spełnieniu zaleceń w zakresie rezytacji uziemienia,
- obwodów iskrobezpiecznych i nieiskrobezpiecznych nie prowadzić w jednym kablu oraz chronić je przed oddziaływaniem pól elektromagnetycznych i elektrostatycznych, jak również wlotnym wyładowan atmosferycznych.

#### 15. Jakich zasad należą przestrzegać przy instalowaniu urządzeń w obwodzie z nadciśnieniem „p”?

Instalując urządzenia w obudowie z nadciśnieniem należy:

- zapewnić szczelność urządzeń, szaf, rurociągów itp.,
- przestrzegać kolejności montażu,
- sprawdzać działanie układu nadciśnienia/przewietrzania (wentylatory nawiewne i wyciągowe, kierunek przepływu powietrza oraz miejsce jego poboru i zrzutu, blokady, zawory) itp. wynikające z przeznaczenia i konstrukcji,
- zapewnić ciągłość metaliczną układu (urządzeń rurociągów, wentylatorów itp.) i go uziemić.

#### 16. Jakich zasad należą przestrzegać przy instalowaniu urządzeń pozostałych rodzajów budowy?

Przy instalowaniu urządzeń pozostałych rodzajów budowy należy:

- instalować wg zaleceń producenta przy uwzględnieniu rodzaju budowy, ustaleń certyfikatów, przeznaczenia, konstrukcji, miejsca pracy,

- chronić przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz chronić przed oddziaływaniem cieplnym, chemicznym, wibracjami, wyładowaniami atmosferycznymi, elektryzacja statyczną,
- uziemiać.

#### 17. W jaki sposób układa się kable i przewody?

Kable i przewody mogą być układane w następujący sposób:

- bezpośrednio w ziemi, w kanałach, na konstrukcjach budowlanych lub w rurkach instalacyjnych. Nie należy ich układać na elementach budynków stanowiących powierzchnie ociążające ani na elementach budynków pełniących funkcje oddzielenia przeciwpożarowych i zabezpieczeń ognioochronnych (np. w kanałach wentylacyjnych), mogą być prowadzone przelotowo przez strefy zagrożone wybuchem, jeżeli spełniają wymagania wynikające z bezpieczeństwa przeciwybuchowego (zaleca się unikać prowadzenia przez strefy zagrożone wybuchem 0,20). Przejścia przez ściany, stropy, posadzki, przewody odgradzające pomieszczenia zagrożone wybuchem od pomieszczeń niezagrożonych wybuchem powinny być uszczelnione materiałem nie przenoszącym płomienia i temperatury oraz nieulegającym zmianom strukturalnym (zaleca się stosować przejścia certyfikowane, szczególnie w strefach 0, 1, 20, 21),
- w przestworzeniach zagrożonych wybuchem pyłów nie wolno instalować przewodów szynowych, pojedynczych izolowanych oraz uziemionych powrotnych bez dodatkowego zabezpieczenia,
- kable i przewody powinny być zabezpieczone przed rozpleceniem końcówek, np. przy pomocy tulejek, zacisków, końcówek,
- powinny być wprowadzone do urządzeń Ex przez wpusty kablowe lub rurowe dostosowane do rodzaju budowy urządzenia, rodzaju budowy kabla/przewodu, instalacji rurowych, warunków pracy,
- niewykorzystane w urządzeniach otwory instalacyjne powinny być zabezpieczone certyfikowanymi zaślepkami, których usunięcie może się odbyć tylko przy pomocy specjalnego narzędzia. Niewykorzystane żyły kabli/przewodów powinny być podłączone do zacisków i uziemione. Do zabezpieczenia końcówek nie należy stosować taśmy izolacyjnej; przewody podłączone do zacisków powinny mieć izolację aż do miejsca zaciskińcia przewodu.



## 4.16.4. Eksploatacja urządzeń elektrycznych w przestrzeniach (strefach) zagrożonych wybuchem

### 4.16.4.1. Wymagania ogólne

18. Jakie urządzenia elektryczne mogą być eksploatowane w strefach zagrożenia wybuchem?

W strefach zagrożenia wybuchem mogą być eksploatowane urządzenia, które:

- są w wykonaniu przeciwybuchowym Ex i zostały formalnie dopuszczone do pracy; nowe urządzenia powinny spełniać wymagania Dyrektywy UE,
- zostały zastosowane przed 1.05.2004 r. na podstawie obowiązujących wówczas przepisów, jeśli nie stwarzają zagrożenia dla ludzi i mienia,
- zostały dopuszczone do stosowania przez wyspecjalizowaną jednostkę.

19. Kiedy urządzenie nowe lub po remoncie może być przyjęte do eksploatacji?

Przyjęcie do eksploatacji urządzeń nowych lub po remoncie powinno nastąpić na podstawie Zakładowej Instrukcji Eksploatacyjnej po sprawdzeniu:

- zgodności z dokumentacją i certyfikatami oraz danymi na tabliczkach znamionowych i oznaczeniowych,
- zakresu prac i podpisaniu przez wykonawcę i użytkownika protokołu zdawczo-odbiorczego,
- zabezpieczeń wynikających z przepisów ppoż. i bhp,
- oceny stanu technicznego w przypadku instalowania urządzeń już eksploatowanych lub naprawianych.

Odbiór powinien być dokonany przez komisję odbioru lub przez osobę uprawnioną, posiadającą świadectwa kwalifikacyjne „D” w zakresie elektrycznych urządzeń w wykonaniu przeciwybuchowym Ex. Odbiór powinien objąć urządzenia, przewody i kable, osprzęt, zabezpieczenia elektryczne i mechaniczne oraz antykorozyjne wg dokumentacji.

20. Kto podejmuje decyzję o przyjęciu do eksploatacji?

Decyzję o przyjęciu do eksploatacji podejmuje kierownik jednostki na wniosek komisji odbioru lub służb odpowiedzialnych za eksploatację.

21. Co powinien sprawdzić przyjmujący urządzenie do eksploatacji?

Przyjmujący urządzenie do eksploatacji powinien sprawdzić:

- kompletność dokumentacji projektowej i techniczno-ruchowej, certyfikatów, deklaracji zgodności, instrukcji eksploatacji,

- czy urządzenie jest prawidłowo dobrane do warunków zagrożenia wybuchem, a jego parametry są zgodne z certyfikatem oraz dopuszczone do pracy w warunkach zagrożenia wybuchem,
- wynik badań (prób, pomiarów, oceny stanu technicznego),
- stan techniczny urządzenia, tj. rodzaj budowy, prawidłowości zainstalowania, blokady, wentylacja, układy pomiarowe, sygnalizacji, przesyłania danych itp.,
- stopień i sposób realizacji ustaleń protokołu z dodatkowego odbioru urządzenia do eksploatacji.

### 4.16.4.2. Prowadzenie eksploatacji

Na eksploatację składają się czynności związane z obsługą urządzeń oraz ich konserwacją i naprawami.

Do czynności eksploatacyjnych zalicza się:

- kontrole bieżące/ogldziny,
- kontrole szczegółowe/przeeglady,
- ocenę stanu technicznego,
- wycofanie urządzenia z eksploatacji.

Czynności eksploatacyjne powinny być wykonywane zgodnie z Zakładową Instrukcją Eksploatacji opracowaną na podstawie dokumentacji certyfikacyjnej oraz zaleceń producenta. Do opracowania instrukcji można wykorzystać wskazania zawarte w normach [N45A; N45B].

Instrukcje powinny być opracowane przez pracowników sprawujących nadzór nad urządzeniami Ex i zatwierdzone przez kierownika ruchu.

22. Na co należy zwracać uwagę podczas pracy urządzenia?

Podczas pracy urządzenia należy kontrolować prawidłowość jego działania. W przypadku wystąpienia nieprawidłowości (wzrost prądu, napięcia, temperatury, drgań, szumów itp.) należy urządzenie wyłączyć spod napięcia, według postanowień instrukcji eksploatacji.

Podczas pracy urządzenia nie wolno:

- wykonywać żadnych czynności bez polecenia dozoru,
- wymieniać podzespołów lub części, np. źródła światła,
- otwierać osłon (obudów) urządzeń znajdujących się pod napięciem, szczególnie Exd,
- rozłączać sprzętów lub innych połączeń ruchomych,
- zakładać lub zdejmować przewodów uziemiających w strefie zagrożenia wybuchem,
- dokręcać żarówkę, śrub itp.,

- dokonywać pomiarów przyrządami nieprzystosowanymi do pracy w strefach zagrożenia wybuchem,
- wykonywać czynności, które mogłyby zainicjować wybuch lub pożar.

### 23. Jakiej usterki w urządzeniach elektrycznych stwarzają zagrożenia?

Stan zagrożenia w czasie pracy urządzeń elektrycznych stwarzają najczęściej:

- podwyższona temperatura części urządzeń stykających się z mieszaninami wybuchowymi (wzrost temperatury może być spowodowany przeciążeniem lub zwarcieniem, a w urządzeniach oświetleniowych również zastosowaniem żarówek zbyt dużej mocy),
- powstawanie iskier (przyczynami powstawania iskier mogą być: napięcie robocze, elektryczność statyczna, napięcie indukowane, zjawiska nieelektryczne np.: w wyniku uszkodzeń mechanicznych powodujących tarcie).

### 24. Jakie są podstawowe zasady zapobiegania wyładowaniom elektryczności statycznej?

Do podstawowych sposobów zapobiegania wyładowaniom elektryczności statycznej należy staranne uziemienie elementów urządzeń technologicznych wykonanych z materiałów przewodzących i półprzewodzących oraz utrzymanie odpowiedniej wilgotności powietrza. Należy stosować wymagania norm: PN-92/E 05201; PN-92/E 05202; PN-92/E 05203 i 05204.

### 25. Jakimi przyrządami można przeprowadzić pomiary elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem?

Przyrządy, których używa się do pomiarów elektrycznych w przestrzeniach zagrożonych wybuchem, powinny być dopuszczone do ruchu przez upoważnione instytucje jako bezpieczne w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem i mogą być stosowane tylko w takim zakresie, dla jakiego zostały zatwierdzone.

Przyrządy zwykle można stosować, jeżeli na czas wykonywania pomiarów w przestrzeni zagrożonej wybuchem usunięto mieszaninę wybuchową oraz podjęto odpowiednie środki zabezpieczające przed powstaniem mieszaniny wybuchowej.

### 26. W jakich miejscach mierzy się temperaturę powierzchni obudowy silników Ex?

Temperaturę powierzchni silników Ex zwartych mierzy się:

- pośrodku obudowy w pobliżu skrzynki zaciskowej,
- na końcu obudowy od strony napędowej,
- na tarczy łożyskowej, od strony napędowej w pobliżu pokrywy łożyskowej.

Temperaturę silników pierścieniowych mierzy się na osłonie urządzenia szczotkowego.

Odczytów temperatury poszczególnych części silnika dokonuje się przy pełnym obciążeniu silnika trwającym trzy godziny.

Do pomiaru stosuje się termometry cieczowe (rtęciowe lub spirytusowe) lub termoelektryczne.

### 27. Na czym polegają oględziny urządzeń?

Oględziny polegają na sprawdzeniu pracy urządzenia przy pomocy wzroku, słuchu, dotyku, np. czy:

- urządzenia pracują zgodnie z przeznaczeniem i programem pracy,
- wskazania aparatury kontrolno-pomiarowej są właściwe,
- nie występują szumy, gwizdy, wzrost temperatury itp.,
- nastawienia zabezpieczeń są prawidłowe,
- temperatury obudów, łożysk, tabliczek zaciskowych, wpustów są właściwe,
- działa wentylacja miejscowa, ogólna, specjalna w danym pomieszczeniu, szafie, urządzeniu itp.,
- nie poluzowały się mocowania elementów, kabli itp.,
- sygnały są przesyłane i rejestrowane prawidłowo.

### 28. Na czym polegają przeglądy urządzeń i co obejmują?

Przeglądy polegają na sprawdzeniu, czy urządzenie spełnia wyznaczoną mu funkcję w sposób prawidłowy i bezpieczny. W zależności od zakresu przeglądu urządzenie może być wyłączone spod napięcia lub nie (decyduje o tym kierownictwo ruchu).

Przy wykonywaniu przeglądu mogą być prowadzone prace w zakresie konserwacji, regulacji oraz małe naprawy, np. wymiana uszczelki, pierścienia uszczelniającego, dokręcenie śrub itp.

Przeгляд może obejmować:

- sprawdzenie stanu osłon/obudów, zacisków, wpustów, przepustów, połączeń rozłącznych, końcówek przewodów i kabli, pierścieni ślizgowych, komutatorów, rozruszników itp.,
- pomiar rezystancji izolacji i uziemienia, połączeń ze sobą części osłon (obudów, śrub),
- sprawdzenie stanu i wydajności wentylatora oraz jego umocowania,
- sprawdzenie stanu łożysk i ich smarowanie,
- sprawdzenie zabezpieczeń elektrycznych przed zwarciami, przepięciami, przeciążeniami, pracą niepełnofazową,
- sprawdzenie odstępów izolacyjnych w powietrzu i po izolacji,
- sprawdzenie urządzeń w zakresie wynikającym z rodzaju zabezpieczenia przeciwwybuchowego.

## 29. Na czym polega ocena stanu technicznego urządzenia?

Ocena stanu technicznego urządzenia polega na ustaleniu, czy urządzenie może nadal spełniać swoją funkcję w sposób bezpieczny w określonych warunkach zagrożenia wybuchem, czy wymaga naprawy i w jakim zakresie lub czy powinno być poddane kasacji. Ocena jest dokonywana w warsztacie przy wykorzystaniu wyników z dokonanych przeglądów.

## 30. Kiedy urządzenie powinno być wycofane z eksploatacji?

Z eksploatacji powinno być wycofane urządzenie, które uległo uszkodzeniu lub zużyciu w stopniu uniemożliwiającym przywrócenie mu parametrów przeciwwybuchowych, np. w przypadku stwierdzenia m.in.:

- pęknięć, wybrzuszeń lub wyszczerbień ozebrowania obudów,
- zdeformowania, uszkodzenia złączy ognioszczelnych,
- uszkodzenia, pęknięcia, deformowania mas hermetyzujących,
- uszkodzeń uzwojeń wirmików kłatkowych,
- uszkodzenia podzespołów urządzeń trudnych do naprawienia (np. opravek, dławików itp.),
- uszkodzenia izolacji (mała rezystancja, spękanie, zwęglenie).

## 31. W jakich terminach przeprowadza się oględziny, przeglądy i ocenę stanu technicznego?

Oględziny, przeglądy i ocena stanu technicznego powinny być przeprowadzane w terminach podanych w Zakładowych Instrukcjach Eksploatacji.

Terminy te powinny być określane w zależności od stanu technicznego urządzenia, stopnia zagrożenia wybuchem oraz okresów postojowych instalacji, jednak nie rzadziej niż:

- oględziny: raz w miesiącu,
- przeglądy: raz w roku,
- ocena stanu technicznego co 5 lat.

## 32. Przez kogo powinny być wykonywane czynności eksploatacyjne?

Czynności eksploatacyjne powinny być wykonywane przez osoby posiadające odpowiednią wiedzę i praktykę oraz świadectwo „D” lub „E” w zakresie Ex stosownie do zakresu prac, wydane przez komisję kwalifikacyjną powołaną przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki.

## 33. Jak należy zabezpieczyć instalację elektryczną, jeżeli konieczne jest wycofanie urządzenia z ruchu w celu konserwacji?

Jeżeli konieczne jest wycofanie urządzenia z ruchu, to odizolowane przewody powinny być:

- podłączone prawidłowo do zacisków w odpowiedniej obudowie, albo
- odłączone od wszelkich źródeł zasilania i zaizolowane, albo
- odłączone od wszelkich źródeł zasilania i uziemione.

Jeżeli urządzenie ma być wycofane z ruchu na stałe, to towarzyszący mu przewodowanie po odłączeniu od wszelkich źródeł zasilania należy zdekontować lub połączyć do zacisków w odpowiedniej obudowie.

## 4.17. Urządzenia piorunochronne

### 4.17.1. Budowa urządzeń piorunochronnych (LPS)

#### 1. Co to jest urządzenie piorunochronne (LPS)?

Urządzenie piorunochronne (LPS) jest to kompletne urządzenie stosowane do ochrony przestrzeni przed skutkami piorunów. Składa się ono z zewnętrznego i wewnętrznego urządzenia piorunochronnego.

#### 2. Od czego zależy potrzeba stosowania ochrony odgromowej?

Potrzeba stosowania ochrony odgromowej i kryteria doboru jej środków zależą od przewidywanych skutków oddziaływania piorunowego na obiekt. Skutki te w odniesieniu do typowych obiektów scharakteryzowano w tabl. 4.28.

#### Tablica 4.28. Skutki oddziaływania pioruna na typowe obiekty wg [N52]

Typ obiektu wg funkcji i/lub zawartości	Skutki oddziaływania pioruna
Dom mieszkalny	Przebite instalacji elektrycznych. Uszkodzenie ograniczone zwykle do obiektów narażonych na uderzenie pioruna lub na przepływ jego prądu. Awaria zainstalowanych urządzeń elektrycznych i elektronicznych oraz układów (np. odbiorniki TV, komputery, modemy, telefony itp.).
Budynek gospodarstwa rolnego	Główne ryzyko pożaru i niebezpiecznych napięć krokowych oraz szkód materiałnych. Wtórne ryzyko związane z utratą zasilania elektrycznego i zagrożeniem życia inwentarza w wyniku braku działania elektrycznych urządzeń wentylacyjnych i urządzeń transportujących pasażerów itp.
Teatr	Uszkodzenie instalacji elektrycznej (np. oświetleniowej), prawdopodobna panika.
Hotel	Awaria alarmów pożarowych powodująca opóźnienie zadziałania środków zwalczających pożar.
Szkoła	
Magazyn	
Teren sportowy	
Bank	
Towarzystwo ubezpieczeniowe, handlowe itp.	Jak wyżej, plus problemy wynikające z przerwy w komunikacji oraz awarii komputerów i utraty danych.

Typ obiektu wg funkcji i/lub zawartości	Skutki oddziaływania pioruna
Szpital Dom opieki Więzienie	Jak wyżej, plus problemy z ludźmi szczególnej troski i trudności niesienia pomocy unieruchomionym ludziom.
Przemysł	Dodatkowe skutki zależne od zawartości obiektu i rozmiaru uszkodzenia oraz strat produkcyjnych.
Muzea i miejsca archeologiczne Kościoty	Utrata bezcennej spuścizny kulturowej.
Telekomunikacja Instalacje energetyczne	Niedopuszczalna utrata usług publicznych.
Fabryka sztucznych ogni Fabryka amunicji	Konsekwencje pożaru i eksplozji instalacji i jej otoczenia.
Instalacje chemiczne Rafinerie Instalacje nuklearne Laboratoria i instalacje biochemiczne	Pożar i niesprawność instalacji ze szkodliwym oddziaływaniem na lokalne i globalne środowisko.

### 3. Od czego zależy wybór urządzenia piorunochronnego (LPS)?

Wybór LPS zależy od wymiarów i usytuowania obiektu, aktywności burzowej w danym rejonie i klasyfikacji obiektu. Projektant decyduje, czy urządzenie piorunochronne jest potrzebne, czy nie. Jeśli tak, to powinien wybrać odpowiedni poziom ochrony. Termin ten klasyfikuje urządzenie piorunochronne zgodnie z jego skutecznością.

#### 4. Jakie rozróżnimy poziomy ochrony?

Rozróżniamy cztery poziomy ochrony:

- Poziom: I o skuteczności ochrony E – 98%,
- II o skuteczności ochrony E – 95%,
- III o skuteczności ochrony E – 90%,
- IV o skuteczności ochrony E – 80%.

### 5. Z jakich części składa się zewnętrzne urządzenie piorunochronne?

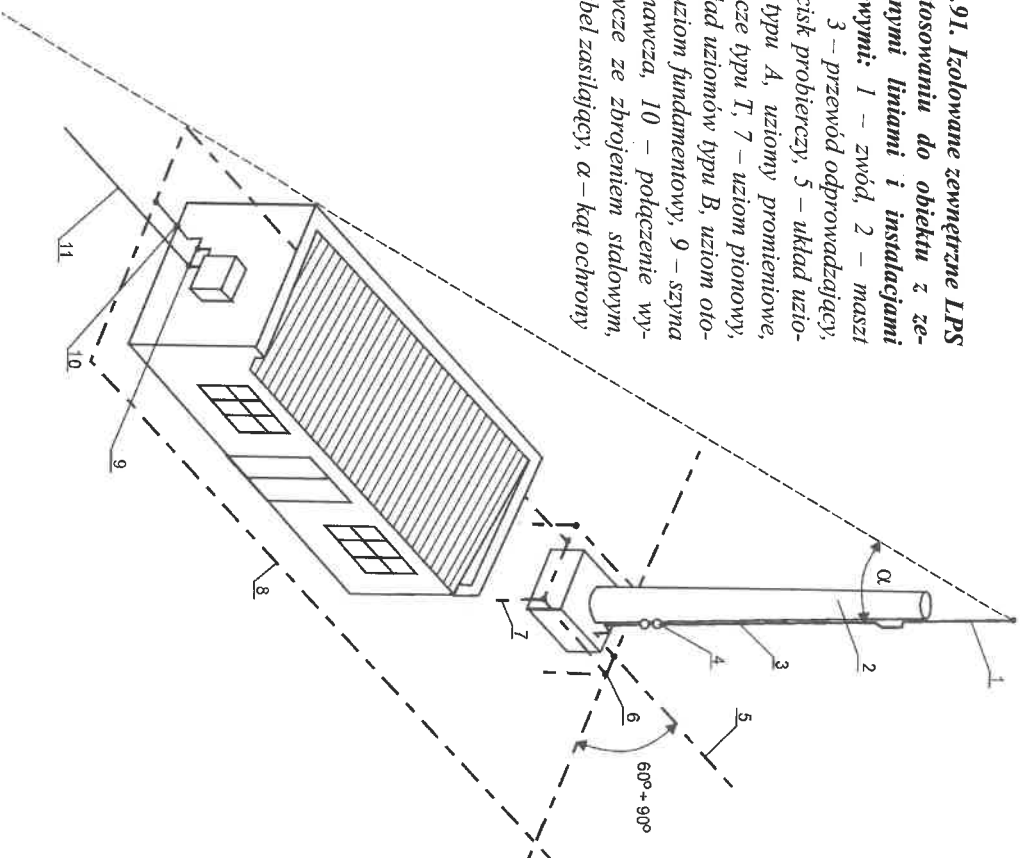
Zewnętrzne urządzenie piorunochronne składa się z:

- systemu zwodów,
- przewodów odprowadzających,
- uziemień.

### 6. Co to jest zewnętrzne urządzenie piorunochronne (LPS) izolowane od chronionej przestrzeni?

Zewnętrzne urządzenie piorunochronne izolowane od chronionej przestrzeni jest to urządzenie piorunochronne, którego zwody i przewody odprowadzające są usytuowane w taki sposób, że droga prądu piorunowego nie ma kontaktu z chronioną przestrzenią (rys. 4.91).

Rys. 4.91. Izolowane zewnętrzne LPS w zastosowaniu do obiektu z zewnętrznymi liniami i instalacjami metalowymi: 1 – zwód, 2 – maszt zwodu, 3 – przewód odprowadzający, 4 – zacisk probierczy, 5 – układ uziomowy typu A, uziom promieniony, 6 – łączce typu T, 7 – uziom pionowy, 8 – układ uziomów typu B, uziom otokowy, uziom fundamentowy, 9 – szyna wyrównawcza, 10 – połączenie wyrównawcze ze zbrojeniem stalowym, 11 – kabel zasilający,  $\alpha$  – kąt ochrony



**Tablica 4.32. Minimalne wymiary materiałów urządzeń piorunochronnego wg [N50]**

Poziom ochrony	Materiał	Zwód [mm <sup>2</sup> ]	Przewód odprowadzający [mm <sup>2</sup> ]	Uziom [mm <sup>2</sup> ]
I do IV	Cu	35	16	50
	Al	70	25	–
	Fe	50	50	80

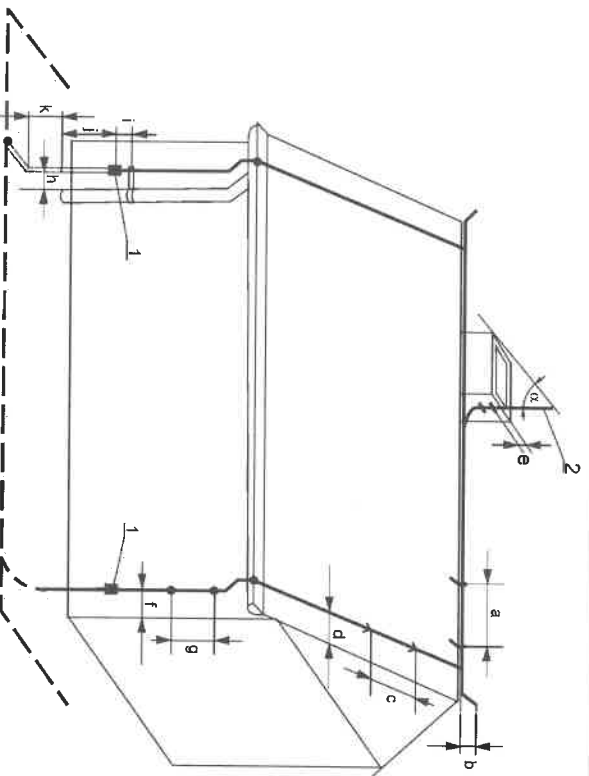
**Tablica 4.33. Minimalne przekroje przewodów wyrównawczych wg [N50]**

Poziom ochrony	Materiał	Przekrój <sup>1)</sup> [mm <sup>2</sup> ]	Przekrój <sup>2)</sup> [mm <sup>2</sup> ]
I do IV	Cu	16	6
	Al	25	10
	Fe	50	16

Uwaga: 1) przenoszących zasadniczą część prądu piorunu  
2) przenoszących nieznaczną część prądu piorunu

**Tablica 4.34. Minimalna grubość metalowych blach lub rur w urządzeniu piorunochronnym wg [N50]**

Poziom ochrony	Materiał	Grubość t [mm]
I do IV	Fe	4
	Cu	5
	Al	7



**Rys. 4.98. Przykłady szczegółów LPS na obiekcie z pochylonym dachem krytym dachówką.**  
Przykłady stosowanych wymiarów wg [N50]:  $a = 1\text{ m}$ ,  $b = 0,15\text{ m}$ ,  $c = 1\text{ m}$ ,  $d = 0,4\text{ m}$ ,  $e = 0,2\text{ m}$ ,  $f = 0,2\text{ m}$ ,  $g = 1\text{ m}$ ,  $h = 0,05\text{ m}$ ,  $i = 0,3\text{ m}$ ,  $j = 1,5\text{ m}$ ,  $k = 0,5\text{ m}$ . 1 – zacisk kontroly, 2 – zwód pionowy

**4.17.2. Wewnętrzna ochrona odgromowa**

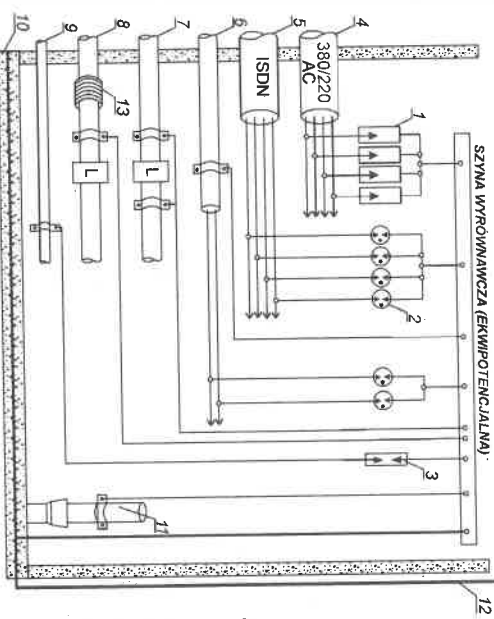
**23. Na czym polega ochrona wewnętrzna przed skutkami wyładowań piorunowych?**  
Ochrona wewnętrzna przed skutkami wyładowań piorunowych polega na zapewnieniu bezpieczeństwa ludziom znajdującym się w budynku.

**24. W jaki sposób realizuje się ochronę wewnętrzną?**

- Ochronę wewnętrzną przed skutkami wyładowań piorunowych realizuje się w sposób następujący:
- wykonanie ekwipotencjalizacji wszystkich urządzeń i elementów metalowych,
  - zachowanie odpowiednich odstępów izolacyjnych,
  - odpowiednie przeprowadzenie wewnętrznego okablowania i usytuowanie wewnętrznych elektrycznych i teletechnicznych instalacji, ekranowanie linii,
  - stosowanie dodatkowych środków ochrony zapewniających prawidłowe działanie urządzeń sterujących, komputerowych itp.

**25. Na czym polega ekwipotencjalizacja?**  
Ekwipotencjalizacja polega na zapewnieniu jednakowych potencjałów we wszystkich elementach metalowych budynku oraz na wszystkich metalowych urządzeniach znajdujących się w budynku. Uzyskujemy ją przez wykonanie połączeń wyrównawczych.

**26. W jakim celu wykonuje się połączenia wyrównawcze?**



**Rys. 4.99. Połączenia wyrównawcze urządzenia piorunochronnego z innymi instalacjami oraz urządzeniami i elementami metalowymi w miejscu ich wprowadzenia do budynku**

- 1 – odgromnik, 2 – odgromnik gazowany, 3 – iskiernik, 4 – zasilanie 400/230 V AC, 5 – kabel przesyłu danych, 6 – kabel telekomunikacyjny, 7 – rura wodociągowa, 8 – rura gazowa, 9 – katodowa chroniona rura, 10 – uziom fundamentowy, 11 – rura kanalizacyjna, 12 – urządzenie piorunochronne, 13 – wstawka izolacyjna

## 8. OCHRONA PRZECIWPÓŻAROWA

### 8.1. Niebezpieczeństwo pożaru od urządzeń elektrycznych

1. Jakie zjawiska w urządzeniach elektrycznych mogą być przyczyną pożarów?

Przyczyną pożarów w urządzeniach elektrycznych mogą być: przepływ prądów roboczych i zwarciowych, łuk elektryczny, zwiększenie rezystancji styków i złączy, przepięcia łączeniowe, przepięcia atmosferyczne.

2. Czy w każdym przypadku wydzielające się ciepło jest szkodliwe?

Ciepło wydzielające się w urządzeniach do tego celu przeznaczonych, np.: piecach, grzejnikach, promiennikach, jest pożyteczne. Natomiast ciepło wydzielające się w przewodach, uzwojeniach maszyn, złączach itp. jest szkodliwe i może być przyczyną pożaru.

3. Jakie prądy są najbardziej niebezpieczne ze względów pożarowych?

Najbardziej niebezpieczne ze względów pożarowych są prądy zwarciowe i prądy przepływające w łuku elektrycznym.

4. Jakie zjawiska mogą spowodować powstanie zwarcia?

- Zwarcia mogą być spowodowane przez następujące zjawiska:
- elektryczne: przepięcia atmosferyczne, przepięcia łączeniowe, pomylki łączeniowe, długotrwałe przeciążenia powodujące osłabienie izolacji,
- nielektryczne: zawilgocenie izolacji, zabrudzenie izolacji, uszkodzenia mechaniczne słupów, kabli, części izolacyjnych aparatów elektrycznych itp.

5. Jakie są środki ograniczające możliwość powstania zwarcia?

- Środkami ograniczającymi możliwość powstania zwarcia są:
- ochrona linii, instalacji i urządzeń od wyładowań atmosferycznych,
- staranna konserwacja urządzeń,
- fachowa obsługa,
- kontrola obciążeń roboczych.

6. Jakie są skutki nadmiernego nagrzewania się przewodów?

Nadmierne nagrzewanie się przewodów może powodować przegrzanie się izolacji, spalenie izolacji, stopienie przewodów, w następstwie czego powstaje pożar.

7. Jakie są najczęściej spotykane przyczyny pożarów wywołanych przez instalacje i urządzenia tryczne?

Najczęściej spotykanymi przyczynami pożarów wywołanych urządzeniami elektrycznymi są:

- przeciążenia urządzeń elektrycznych,
- wykonywanie instalacji niezgodnie z normami i przepisami,
- brak prawidłowej konserwacji urządzeń,
- nieprawidłowe zabezpieczenia urządzeń,
- nieprawidłowe użytkowanie urządzeń przewoźnych.

### 8.2. Środki i sprzęt gaśniczy

1. Jakiś środków gaśniczych używa się do gaszenia pożarów?

Do gaszenia pożarów używa się następujących środków gaśniczych: wody, piany gaśniczej, dwutlenku węgla, proszków gaśniczych, piasku.

2. Jakiś materiałów i urządzeń nie wolno gasić wodą?

- Wody jako środka gaśniczego nie wolno stosować do gaszenia:
- substancji, które pod wpływem wody wytwarzają ciepło i gaz, np. jak: karbid, sól, potas,
- plynów łatwo palnych lżejszych od wody, jak: benzyna, nafta opałowa,
- materiałów palących się w postaci żarów o wysokiej temperaturze
- instalacji i urządzeń elektrycznych pod napięciem.

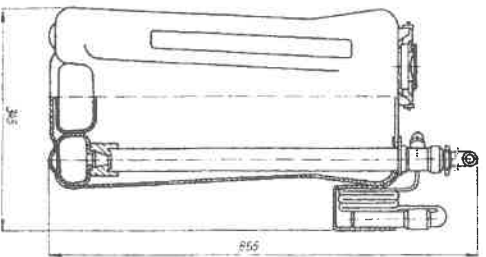
3. Co stanowi sprzęt gaśniczy?

Sprzęt gaśniczy stanowią: koce gaśnicze (rys. 8.1), hydroneki (rys. 8.2), gaśnice (rys. 8.3), wewnętrzne hydranty pożarowe.

Rys. 8.1. Koc gaśniczy







Rys. 8.2. Hydronetka wodna

#### 4. Jak należy posługiwać się hydronetką wodno-pianową?

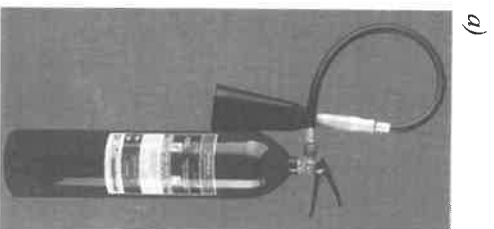
Hydronetka wodno-pianowa służy do gaszenia pożarów w zarodku za pomocą strumienia wody lub piany. Pianę uzyskuje się przez zmieszanie wody ze środkiem pianotwórczym znajdującym się w specjalnym szklanym naczyniu. W razie stosowania piany należy na koniec węża założyć prądownicę. Strumień wody lub piany uzyskuje się przez wprowadzenie w ruch ręcznej pompy, wbudowanej w hydronetkę. **Hydronetki nie wolno używać do gaszenia urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem.**

#### 5. Jak należy posługiwać się gaśnicą pianową?

Gaśnica pianowa zawiera środki chemiczne i wodę, które po zmieszaniu wytwarzają ciśnienie powodujące wyrzucenie środka gaśniczego na zewnątrz. W celu uruchomienia gaśnicy należy:

- 1) zdjąć ją z wieszaka, chwytając lewą ręką za górny, a prawą za dolny uchwył, i zerwać plombę,
- 2) nie odwracając gaśnicy, podbiec z nią do miejsca pożaru,
- 3) przy ogniu odwrócić ją dnem do góry i wbić zbijak, uderzając o twardy przedmiot,
- 4) strumień skierować w kierunku źródła ognia, trzymając gaśnicę w czasie gaszenia dnem do góry.

**Gaśnicy pianowej nie wolno używać do gaszenia urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem.**



Rys. 8.3. Gaśnice: a) śniegowa GS-5X, b) proszkowa GP-6X-ABC



#### 6. Jak należy się posługiwać gaśnicą śniegową? (rys. 8.4)

Wewnątrz zbiornika gaśnicy znajduje się dwutlenek węgla CO<sub>2</sub> skroplony pod dużym ciśnieniem.

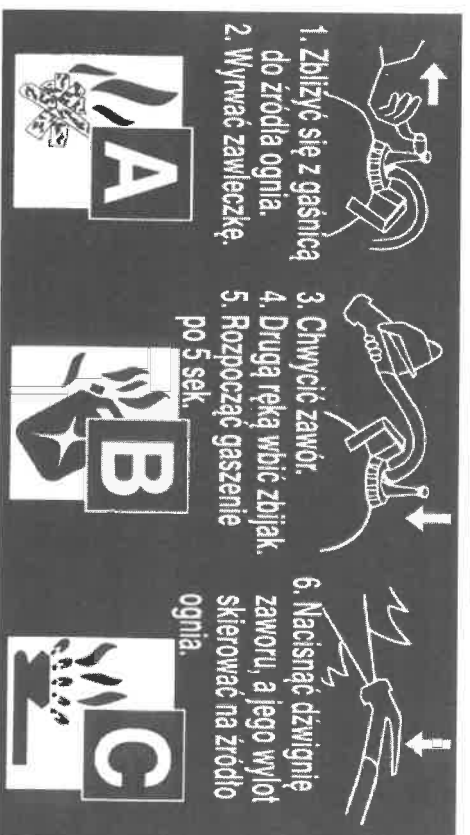
W celu użycia gaśnicy należy:

- uchwyć gaśnicę,
- podbiec do ognia,
- wyciągnąć zabezpieczenie,
- skierować prądownicę w kierunku źródła ognia i odkręcić zawór.

Gaśnice śniegowe **można** stosować do gaszenia urządzeń elektryczne znajdujących się pod napięciem.



Rys. 8.4. Posługiwanie się gaśnicą śniegową



Rys. 8.5. Posługiwanie się gaśnicą proszkową

#### 7. Jak należy się posługiwać gaśnicą proszkową? (rys. 8.5)

Wewnątrz zbiornika gaśnicy znajduje się specjalnie spreparowany proszek wyrzucany z gaśnicy za pomocą sprężonego gazu objętego.

W celu użycia gaśnicy należy:

- zbliżyć się do źródła ognia,
- zerwać plombę,
- wyciągnąć blokadę,
- zbić dźwignię i zwolnić,
- skierować gaśnicę na źródło ognia i nacisnąć dźwignię.

Gaśnice proszkowe **można** stosować do gaszenia urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem.

### 8. Jak należy posługiwać się kocem gaśniczym?

Koce wykonane są z tkaniny całkowicie niepalnej. Przechowuje się je w specjalnych futerałach plastikowych i zawieszają na ścianach budynku wewnątrz pomieszczeń.

W celu użycia koca należy:

- chwycić koc oburącz za uchwyty zwisające u dołu futerału,
- rozwinąć koc przez strzępienie,
- podbiec do ognia,
- narzucić koc na palący się przedmiot i przez przyduszenie obrzeży starać się dokładnie odizolować miejsce pożaru od dostępu powietrza.

### 9. Jak należy posługiwać się hydrantem?

W celu użycia hydrantu należy:

- otworzyć drzwi szafki,
- rozwinąć odcinek węża,
- otworzyć zawór hydrantu,
- skierować strumień wody w miejsce ognia, zlewając palącą się płaszczyznę od strony zewnętrznej w kierunku środka; przy pożarze przedmiotów ustawionych pionowo gasić od góry do dołu.

### 10. Do gaszenia jakich pożarów należy używać różnego rodzaju gaśnic?

Możliwości zastosowania gaśnic zależnie od rodzaju palących się materiałów przedstawiono w tabelicy 8.1.

Tablica 8.1. Zastosowanie gaśnic zależnie od rodzaju palących się materiałów

Grupa pożaru (oznaczenia gaśnic)	Rodzaj palącego się materiału i sposób jego gaszenia
A <sup>1)</sup>	Pożary ciał stałych pochodzenia organicznego, przy których powstaje zjawisko żarzenia, np. drewno, papier, węgiel, tworzywa sztuczne, tkaniny, dzieła sztuki, księgozbiory – stosuje się gaśnice płynowe lub pianowe.

Grupa pożaru (oznaczenia gaśnic)

Rodzaj palącego się materiału i sposób jego gaszenia

B <sup>1)</sup>	Pożary cieczy palnych i substancji stałych topiących się wskutek ciepła powstającego przy pożarze, np. alkohole, aceton, benzyna, eter, olej, lakiery, tłuszcze, naftalen, smoła – stosuje się gaśnice płynowe, pianowe, proszkowe lub śniegowe.
C <sup>1)</sup>	Pożary gazów palnych, np. acetylen, propan, butan, wodór, gazu ziemnego, w tym urządzeń elektryczne pod napięciem do 1000 V oraz pojazdy samochodowe – stosuje się gaśnice proszkowe i śniegowe.
D <sup>1)</sup>	Pożary metali lekkich, np. magnezu, sodu, potasu, litu – stosuje się gaśnice proszkowe.

<sup>1)</sup> Oznaczenia literowe podawane są na korpusie gaśnicy (dwa- i trójliterowe np. ABC). Gaśnice z indeksem E zostały wycofane.

## 8.3. Postępowanie w razie pożaru

### 1. Jak powinna postępować osoba, która pierwsza zauważyła pożar?

Zasady postępowania pracowników w razie pożaru określa instrukcja przeciwpożarowa.

Osoba, która pierwsza zauważyła pożar, powinna, zachowując spokój, zaalarmować pozostałe osoby głośnym wołaniem „pożar – pali się”. Następnie zaalarmować straż pożarną, kierownictwo zakładu oraz osoby dozoru nad urządzeniami energetycznymi. Do czasu przybycia straży pożarnej wszyscy pracownicy powinni starać się zlikwidować pożar za pomocą dostępnego sprzętu gaśniczego.

### 2. Jacy pracownicy mogą być zwolnieni z akcji gaszenia pożaru?

Od udziału w akcji ratowniczej mogą być zwolnieni pracownicy, których nieobecność na stanowiskach pracy mogłaby zwiększyć stan zagrożenia lub doprowadzić do awarii, np. palacze kotłów.

### 3. Jak powinni zachowywać się pracownicy po przybyciu straży pożarnej?

Po przybyciu straży pożarnej wszyscy pracownicy powinni zachować spokój i bezwzględnie podporządkować się osobie dowodzącej akcją gaśniczą.

## 8.4. Gaszenie urządzeń elektroenergetycznych

### 1. W jaki sposób należy gasić palące się silniki elektryczne?

Palące się silniki elektryczne należy natychmiast wyłączyć spod napięcia i gasić za pomocą gaśnic śniegowych i proszkowych. Jeżeli brak jest gaśnic śniegowych, to można gasić dowolnym środkiem gaśniczym, pod warunkiem że jesteśmy pewni, że silnik został wyłączony spod napięcia. Jeśli nie ma pewności, że silnik został wyłączony spod napięcia, nie wolno stosować wody i gaśnic pianowych.

### 2. W jaki sposób należy gasić rozdzielnice?

Rozdzielnice należy gasić gaśnicami śniegowymi i proszkowymi po wyłączeniu napięcia. W przypadku niemożności wyłączenia napięcia należy zachować odległość dyszy gaśnicy od źródła ognia nie mniejszą niż 1 m.

### 3. W jaki sposób należy gasić palące się transformatory?

Palące się transformatory należy jak najszybciej wyłączyć spod napięcia, o ile nie wystąpiło samoczynne wyłączenie. Następnie należy powiadomić najbliższą straż pożarną i przystąpić do gaszenia za pomocą gaśnic lub agregatów śniegowych i proszkowych, a po ich wyczerpaniu gasić piaskiem.

### 4. Jak należy postępować w przypadku wystąpienia pożaru w stacji elektroenergetycznej?

W przypadku wystąpienia pożaru w stacji należy stację wyłączyć spod napięcia i zawiadomić straż pożarną, a następnie – po wyłączeniu spod napięcia urządzeń objętych lub zagrożonych pożarem – przystąpić do gaszenia ognia. Do gaszenia należy używać przede wszystkim gaśnic śniegowych, proszkowych i piasku oraz kocy gaśniczych.

W przypadku niemożności wyłączenia urządzeń spod napięcia dopuszcza się gaszenie urządzeń będących pod napięciem: należy w tym celu używać gaśnic śniegowych z zachowaniem odpowiedniej odległości wylotu dyszy gaśnicy od źródła ognia.

Odległość ta nie powinna być mniejsza niż:

- 1 m – dla urządzeń o napięciu do 30 kV,
- 1,5 m – dla urządzeń o napięciu do 110 kV,
- 2,5 m – dla urządzeń o napięciu do 220 kV.

Palący się olej w urządzeniach pozostających pod napięciem należy gasić gaśnicami śniegowymi i proszkowymi.

Po wyłączeniu napięcia palący się olej można gasić pianą lub piaskiem. Szczegółowe zasady likwidacji pożaru w stacji określone są w instrukcji eksploatacji stacji.

## 8.5. Wymagania w zakresie ochrony przeciwpożarowej dotyczące instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych w zależności od wpływów zewnętrznych

### 1. Jakie warunki zewnętrzne mają wpływ na sposób wykonania instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych dla zapewnienia bezpieczeństwa w zakresie ochrony przeciwpożarowej?

Dla zapewnienia bezpieczeństwa w zakresie ochrony przeciwpożarow w obiektach budowlanych przy wykonaniu instalacji elektrycznych należy uwzględnić następujące wpływy zewnętrzne:

- warunki dotyczące wyżej awaryjnych:
  - BD2 – małe zagrożenie ludźmi, trudne warunki ewakuacji,
  - BD3 – duże zagrożenie ludźmi, łatwe warunki ewakuacji,
  - BD4 – duże zagrożenie ludźmi, trudne warunki ewakuacji;
- właściwości materiałów obrabianych lub magazynowanych:
  - BE2 – materiały palne (w tym występowanie pyłu) stwarzające zagrożenie pożarowe;
  - konstrukcje budynku:
    - CB2 – budynki, których kształt i rozmiary ułatwiają rozprzestrzenianie się ognia (np. efekt kominowy);
  - materiały konstrukcyjne budynku:
    - CA2 – budynki zbudowane z materiałów palnych.

### 2. Jakie wymagania stawia się instalacjom elektrycznym dla zapewnienia bezpieczeństwa w zakresie ochrony przeciwpożarowej w obrębie wyżej awaryjnych?

W obrębie wyżej awaryjnych instalacjom stawia się następujące wymagania:

- nie zaleca się lokalizowania oprzewodowania w obrębie dróg awaryjnych zakwalifikowanych do warunków BD2, BD3, BD4. Jeż nie można tego uniknąć, oprzewodowanie powinno być instalowane w osłonach lub obudowach, które nie podtrzymują lub nie rozprzestrzeniają ognia lub nie osiągną temperatury wystarczającej do zpalenia otaczających materiałów w czasie określonym przepisami dla elementów budowlanych dróg ewakuacyjnych, a jeżeli br tych przepisów – w ciągu 2 godzin,
- oprzewodowanie znajdujące się w obrębie dróg ewakuacyjnych powinno być zlokalizowane w zasięgu ręki lub powinno być zabezpieczone przed mechanicznym uszkodzeniem mogącym wystąpić w czasie ewakuacji. Trasa ułożenia przewodów w obrębie dróg ewakuacyjnych powinna być jak najkrótsza,

- w warunkach BD3 i BD4 urządzenia rozdzielcze i sterownicze, z wyjątkiem niektórych urządzeń ułatwiających ewakuację, powinny być dostępne tylko dla osób upoważnionych. Jeżeli urządzenia te znajdują się w przejściach, powinny być umieszczone w zamkniętych wnękach lub skrzywnkach wykonanych z niepalnych lub trudno zapalnych materiałów,
- w warunkach BD3 i BD4 oraz w obrębie dróg ewakuacyjnych jest zabronione stosowanie wyposażenia elektrycznego zawierającego płyny łatwo zapalne. Wymaganie to nie dotyczy pojedynczych kondensatorów w budowanych w urządzeniu (lampy wyładowcze, kondensatory rozruchowe silników).

### 3. Jakie wymagania stawia się instalacjom elektrycznym dla zapewnienia bezpieczeństwa w zakresie ochrony przeciwpożarowej w pomieszczeniach BE2, w których są obrabiane lub magazynowane materiały palne?

- Instalacjom w pomieszczeniach BE2 stawia się następujące wymagania:
- wyposażenie elektryczne powinno być ograniczone do niezbędnego w tych pomieszczeniach, z wyjątkiem oprzewodowania;
  - oprzewodowanie przechodzące przez pomieszczenia, lecz nie przeznaczone do wykorzystania w nich, powinno spełniać następujące warunki:
    - jeżeli oprzewodowanie jest umieszczone w materiale palnym, należy zapewnić takie środki, aby nie rozprzestrzeniło ono płomienia,
    - nie powinno być łączone w tych pomieszczeniach, jeżeli nie jest umieszczone w obudowach odpornych na ogień,
    - powinno być zabezpieczone przed przecięciem i zwarciem za pomocą urządzeń zabezpieczających umieszczonych przed tymi pomieszczeniami;
  - jeżeli ze względu na niebezpieczeństwo pożaru jest konieczne ograniczenie prądów zwarcia w oprzewodowaniu, obwód powinien być:
    - zabezpieczony urządzeniem różnicowoprądowym o znamionowym prądzie zadziałania nie przekraczającym 0,5 A lub
    - kontrolowany w sposób ciągły przez urządzenie do pomiaru stanu izolacji, sygnalizujące stan jej uszkodzenia;
  - części czynne w obwodach bardzo niskiego napięcia bezpiecznego powinny być:
    - osłonięte obudową zapewniającą stopień ochrony IP2X lub

- zaopatrzone w izolację wytrzymującą napięcie probiercze o wartości 500 V w ciągu 1 minuty, niezależnie od napięcia znamionowego w danym obwodzie;

- nie należy stosować przewodów PEN w pomieszczeniach BE2, z wyjątkiem obwodów przechodzących przez te pomieszczenia;
- usytuowanie i obudowy opraw oświetleniowych powinny zapewniać stopień ochrony nie mniejszy niż IP4X. Źródła światła i elementy wyposażenia opraw powinny być chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi, np. przez wystarczająco wytrzymałe klosze z tworzywa sztucznego, osłony siatkowe lub klosze szklane.

### 4. Jakie środki należy zastosować w zakresie ochrony przeciwpożarowej w budynkach, w których łatwo rozprzestrzenia się ogień oraz w budynkach wykonanych z materiałów palnych?

W budynkach o konstrukcjach, których kształt i rozmiary ułatwiają rozprzestrzenianie się ognia, należy zastosować środki zapewniające nierozprzestrzenianie się ognia przez instalację elektryczną, np. można zastosować wykrywacze ognia, które zapewnią uruchomienie urządzeń zapobiegających rozprzestrzenianiu się ognia (zamykanie ognioodpornych przegród w kanałach, korytkach lub szybach instalacyjnych).

W budynkach zbudowanych z materiałów łatwo palnych należy stosować takie środki zabezpieczające, aby wyposażenie elektryczne nie mogło spowodować zapalenia się ścian, podłóg i sufitów.

Urządzenia, które mogą osiągnąć temperaturę powyżej 100°C, przewoźdy odprowadzające instalacji piorunochronnej i kable powyżej 1 kV powinny znajdować się w odległości minimum 0,5 m od części łatwo palnych.

Instalacja elektryczna powinna być wyposażona w wyłącznik różnicowoprądowy o prądzie różnicowym wyłączającym do 500 mA.

W budynku powinny być umieszczone tablice określające, gdzie znajduje się główny wyłącznik prądu.