
INSTALACJE ELEKTRYCZNE

część 10

ZAKRES WYKŁADU

- 1) Właściwości wybuchowe gazów i pyłów
- 2) Klasyfikacja przestrzeni zagrożonych wybuchem
- 3) Podział urządzeń na grupy i kategorie
- 4) Ocena zagrożenia wybuchem. Analiza ryzyka
- 5) Urządzenia elektryczne w wykonaniu przeciwwybuchowym
- 6) Przykłady zadań z instalacji elektrycznych

URZĄDZENIA PRZECIWWYBUCHOWE

POZIOM ZABEZPIECZENIA URZĄDZENIA (EPL) WEDŁUG ORGANIZACJI STANDARYZACYJNYCH

Parlament Europejski i Rady przyjęły w 1994 roku **dyrektywę 94/9/WE ATEX** w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych produkowanych na rynek UE, przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Głównym celem systemu opartego na dyrektywie 94/9/WE jest wprowadzenie jednolitych procedur oceny zgodności urządzeń oraz systemów ochronnych przeznaczonych do stosowania w strefach zagrożenia wybuchem, w celu zapewnienia ich swobodnego przepływu na terenie UE

Poziom zabezpieczenia urządzeń zgodnie z dyrektywą ATEX, to rodzaj strefy zagrożenia, który determinuje wybór odpowiedniej kategorii urządzenia. Im większe jest prawdopodobieństwo i częstotliwość występowania atmosfery wybuchowej, tym wyższy poziom ochrony urządzenia jest brany pod uwagę.

Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna IEC przyjęła w 1996 roku koncepcję jednolitego międzynarodowego systemu oceny zgodności dla wszystkich elektrycznych urządzeń pracujących w strefach zagrożenia wybuchem gazów, par, mgieł czy pyłów palnych. **System ten zwany schematem IECEx**, opracowany został na podstawie norm IEC.

Zasadniczym celem schematu IECEx było wprowadzenie ogólnościowego certyfikatu dla wyrobów i usług przeznaczonych do stref zagrożenia wybuchem, przy zachowaniu wymaganego poziomu bezpieczeństwa.

Ocena ryzyka podczas doboru urządzeń do stref zagrożenia wybuchem zaczęła coraz częściej pojawiać się w wielu aspektach związanych z bezpieczeństwem instalacji przemysłowych i ludzi przy nich pracujących. Uznano, że właściwa jej metodyka i idące za tym odpowiednie działania mogą uchronić użytkowników instalacji od poważnych konsekwencji

Dostrzeżono korzyści płynące z metody weryfikacji stref i doboru urządzeń opartej na ocenie ryzyka. Opracowano normy w zakresie oceny ryzyka związanej z wprowadzeniem **poziomów ochrony urządzeń EPL (ang. Equipment Protection Level)**.

Poziom zabezpieczenia urządzeń (EPL) miał zintegrować schemat IECEx systemem opartym na dyrektywie 94/9/WE ATEX. Ze względu na zbyt dużą kombinację różnych rodzajów zabezpieczeń, niezbędne było oznaczenie poziomu ochrony w sposób zrozumiały dla odbiorców na całym świecie. Odpowiedni dobór urządzenia przeznaczonego do eksploatacji w strefie zagrożonej wybuchem musiał uwzględniać pełną jego funkcjonalność, wszystkie przewidywane warunki otoczenia i odpowiednie warunki wynikające z normalnej pracy oraz spodziewanych stanów awaryjnych.

Metoda EPL jest alternatywną propozycją w stosunku do metody określonej w dyrektywie ATEX, **polegającej na sztywnym powiązaniu konstrukcji urządzenia ze strefą zagrożenia wybuchem**. System uwzględniający poziom zabezpieczenia urządzeń (EPL) wskazuje ryzyko zapalenia mieszaniny wybuchowej przez urządzenia niezależnie od rodzaju ich konstrukcji.

Termin EPL został wprowadzony do normy IEC 60079-14:2007 jako nowa metoda oceny ryzyka, umożliwiająca wszystkim użytkownikom spoza Europy dobrać urządzenia Ex europejskich producentów.

WŁAŚCIWOŚCI WYBUCHOWE GAZÓW I PYŁÓW

Wybuch jako gwałtowna reakcja utleniania lub rozkładu, polega na gwałtownym spalaniu gazów palnych, par cieczy palnych albo pyłów lub włókien w powietrzu, wywołując wzrost temperatury lub ciśnienia wraz z niszczycielską **falą uderzeniową** i **efektem akustycznym**.

Wybuch powstaje w ściśle określonych warunkach, a dokładnie wtedy, gdy stężenie składnika palnego znajduje się w ściśle określonym przedziale, zwanym **granica wybuchowości**. Stężenie składnika palnego w określonym przedziale wybuchowości nie powoduje wybuchu

Do powstania wybuchu potrzebna jest jeszcze pewna energia, której inicjatorem mogą być takie czynniki, jak iskry powstałe podczas pracy urządzeń i instalacji elektrycznych, elementy instalacji rozgrzane do niebezpiecznie wysokiej temperatury, wyładowania atmosferyczne i elektrostatyczne. Energia ta zwana jest **minimalną energią zapłonu** E_{\min} definiowana jako najmniejsza energia kondensatora w obwodzie elektrycznym, którego wyładowanie powoduje zapłon mieszaniny i rozprzestrzenianie się płomienia w określonych warunkach badania.

Wartość minimalnej energii zapłonu jest parametrem, który pozwala na ocenę zagrożenia wybuchem pochodzącego od istniejących w rozpatrywanym obszarze źródeł, takich jak iskry elektryczne, elektrostatyczne, iskry pochodzące od pojemnościowych lub indukcyjnych obwodów elektrycznych, a także iskry mechaniczne.

Paliwo musi mieć kontakt z utleniaczem, a zapoczątkowanie spalania wymaga czynnika inicjującego. Trudniej jest zainicjować wybuch pyłowy niż gazowy. Gaz miesza się bowiem z powietrzem samorzutnie dzięki dyfuzji, a do wytworzenia chmury pyłowej niezbędne jest mechaniczne mieszanie (np. przez podmuch)

Ograniczenie przestrzeni wybuchu sprzyja gwałtowności wybuchu, a w przypadku pyłów jest uważane za niezbędny czynnik do jego zaistnienia. Wśród gazów utleniaczami mogą być np. tlen, chlor, fluor, wśród cieczy m.in. kwas nadchlorowy, nadtlenek wodoru, a wśród ciał stałych – azotan amonu, tlenki metali. Paliwa to przede wszystkim różne ciecze (np. benzyna, alkohol, nafta, lakiery, farby), gazy (wodór, acetylen, propan, butan, tlenek węgla), ale też ciała stałe – np. cząstki metalu, pył węgla, pył drzewa, włókna, tworzywa.

Wybuchy paliw zachodzą w fazie gazowej (stałe paliwo wybucha tylko w postaci aerozolu), co decyduje o mechanizmie rozwoju wybuchu. Mierzona szybkością wzrostu ciśnienia dynamika wybuchu jest zdeterminowana prędkością rozprzestrzeniania się płomienia w kierunku świeżej mieszanki. **Spalanie niekontrolowane to nie zawsze wybuch**, wynikiem może być też pożar

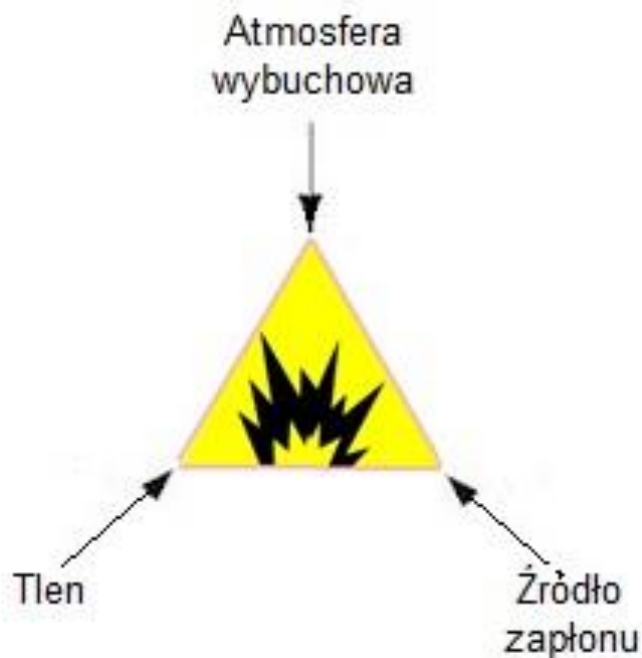
Można wyróżnić kilka form niekontrolowanego spalania stałych materiałów palnych, w których o szybkości spalania decyduje dopływ tlenu do paliwa, np.:

- tlenie – bezpłomieniowe spalanie bez efektu świetlnego,
- żarzenie – spalanie bezpłomieniowe z efektem świetlnym, a następnie
- spalanie płomieniowe i w efekcie wybuch.

Warunkiem niezbędnym powstania wybuchu gazowego jest równoczesne wystąpienie trzech czynników tworzących tzw. **trójkąt wybuchowości**:

- 1) palnej substancji (atmosfery wybuchowej),
- 2) tlenu (ten czynnik w powietrzu atmosferycznym jest oczywiście zawsze spełniony),
- 3) źródła zapłonu (np. otwarty płomień, iskra, wysoka temperatura powierzchni urządzenia, wyładowanie elektrostatyczne).

TRÓJKĄT WYBUCHOWOŚCI



Warunkiem niezbędnym powstania **wybuchu pyłowego** jest jednoczesne wystąpienie wszystkich pięciu czynników:

1. materiału palnego,
2. tlenu z powietrza (lub innego utleniacza),
3. bodźca energetycznego (źródła zapłonu) inicjującego reakcję utleniania,
4. ograniczeniu powierzchni
5. mieszaniny wybuchowej – pyłu z powietrzem (obłoku).

Brak któregokolwiek z wymienionych czynników uniemożliwia powstanie wybuchu, np. poza czynnikami omówionymi w trójkącie wybuchowości, decydujące są również pozostałe dwa czynniki:

- a) osiadły pył substancji wybuchowej w otoczeniu utleniacza nigdy nie wybuchnie, jeżeli nie nastąpi poderwanie chmury pyłowej i powstanie obłoku (mieszanki pyłu palnego z powietrzem),
- b) brak warunku polegającego na ograniczeniu przestrzeni może spowodować co najwyżej szybkie spalanie mieszanki wybuchowej, natomiast sam wybuch nie będzie możliwy.

Pięciokąt wybuchowości wskazuje na istotne znaczenie wymieszania utleniacza z paliwem w ograniczonej przestrzeni.



INICJACJA WYBUCHU

Inicjacja wybuchu następuje w wyniku zapłonu mieszaniny palnej. To najbardziej nieokreślony element rozwoju wybuchu, dlatego często trudno jest ustalić przyczynę niekontrolowanych wybuchów.

Zapłon w mieszaninie palnej może mieć charakter:

- a) wymuszony,
- b) samorzutny.

Zapłon wymuszony może być spowodowany przez różne postacie energii wyzwalanej w rozmaitych procesach. Warunkiem koniecznym wywołania zapłonu jest osiągnięcie odpowiedniej temperatury mieszanki przez dostarczenie do niej wystarczającej porcji energii

Minimalna energia zapłonu należy do ważnych parametrów charakteryzujących właściwości wybuchowe paliw i zależy od rodzaju paliwa, składu mieszanki oraz warunków zapłonu.

Wybuch nie następuje natychmiast, nawet po zadziałaniu silnego inicjału, upływa jakiś czas, zanim wystąpi zauważalny przyrost ciśnienia wybuchu. Opóźnienie τ_{in} nazywa się **czasem indukcji zapłonu** i dla konwencjonalnych paliw wynosi **20–40 ms**.

Do źródeł zapłonu mieszaniny wybuchowej, działających pojedynczo lub współdziałających, można zaliczyć:

- 1) gorące powierzchnie,
- 2) iskry w obwodach elektrycznych,
- 3) wyładowania atmosferyczne,
- 4) wyładowania elektryczności statycznej,
- 5) łuk elektryczny,
- 6) otwarty płomień,
- 7) iskry mechaniczne,
- 8) różnego rodzaju promieniowanie.

Każda iskra wywołana zarówno czynnikami elektrycznymi, jak i mechanicznymi jest nośnikiem energii cieplnej. Największą zdolność zapalenia mieszanin wybuchowych mają iskry elektryczne, bowiem towarzyszy im szereg dodatkowych zjawisk ułatwiających zapalenie mieszaniny, np. jonizacja. Jednak nie każda iskra elektryczna jest zdolna do zapalenia mieszaniny wybuchowej. Aby mogło nastąpić zapalenie mieszaniny, iskra elektryczna musi mieć pewną minimalną energię, poniżej której zapalenie nie jest możliwe.

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE NIEKTÓRYCH SUBSTANCJI PALNYCH

Z porównywalnych własności fizykochemicznych substancji palnych wynika, że istnieje ograniczony zakres stężenia substancji palnej w powietrzu, która może stać się mieszaniną wybuchową. Zakres ten jest specyficzny dla każdego gazu lub par ciecchy i zawiera się pomiędzy dolną i górną granicą wybuchowości, przy czym:

- 1) Dolna granica wybuchowości (DGW)** – jest to najniższe stężenie paliwa w mieszaninie palnej, poniżej której nie jest możliwy zapłon mieszaniny pod wpływem czynnika inicjującego i dalsze samoczynne rozprzestrzenianie płomienia w określonych warunkach badania;
- 2) Górna granica wybuchowości (GGW)** – jest to najwyższe stężenie paliwa w mieszaninie palnej, powyżej której nie jest możliwy zapłon mieszaniny pod wpływem czynnika inicjującego i dalsze samoczynne rozprzestrzenianie płomienia w określonych warunkach badania.

Substancja palna	Temperatura zapłonu [°C]	Temperatura samozapalenia [°C]	DGW [% obj.]	GGW [% obj.]	Maksymalne ciśnienie wybuchu [MPa]	Minimalna energia zapłonu [mJ]
Aceton	-19	540	2,5	13	0,893	0,25
Acetylen		305	2,3	82	0,909	0,011
Alkohol etylowy	11	425	3,1	20	0,75	0,4
Alkohol metylowy	9,5	455	5,5	36,5	0,74	0,14
Amoniak		630	15	28	0,487	6,8
Etylina	>-45	>250	0,8	7,6		0,15
Butan	-60	430	1,5	8,5	0,742	0,225
Dwusiarczek węgla	-30	102	1,0	50	0,664	0,009
Gaz miejski		560	5,3	40	0,79	0,26
Ksylen	30	465	1,0	7,6	0,78	0,25
Metan		650	4,9	15,4	0,605	0,28
Olej napędowy	>37	>250	1,3	6		0,48
Propan	-95	300	2,1	9,5	0,742	0,22
Siarkowodór		290	4,3	45,5	0,389	0,07
Wodór		580	4,0	75	0,625	0,018

Właściwości fizykochemiczne wybranych gazów i par cieczy palnych

Rodzaj pyłu	Temperatura zapłonu [°C]		Minimalna energia zapłonu chmury [mJ]	DGW [mg/dm ³]	Maksymalne ciśnienie wybuchu [MPa]
	chmura	warstwa			
Aluminium	650	760	50	45	0,51
Żelazo	320	310	20	105	0,29
Cynk	680	460	960	500	0,34
Cyrkon	20	190	15	45	0,37
Kakao	510	200	100	45	0,48
Żywica fenolowa	580	-	10	25	0,63
Octan celulozy	470	400	25	45	0,95
Cukier	370	400	30	45	0,77
Mąka przenna	440	440	60	50	0,68
Wodorek uranu	20	20	5	60	0,30

Właściwości fizykochemiczne wybranych pyłów palnych

KLASYFIKACJA PRZESTRZENI ZAGROŻONYCH WYBUCEM

Bezpieczeństwo ludzi i urządzeń w przestrzeniach zagrożonych wybuchem uzależnione jest w szczególności od:

- 1) właściwej identyfikacji stref, w których występują lub mogą wystąpić atmosfery wybuchowe,
- 2) zaliczenia przestrzeni zagrożonych wybuchem do odpowiednich stref zagrożenia,
- 3) właściwego doboru urządzeń i instalacji elektrycznych do poszczególnych stref zagrożenia wybuchem,
- 4) zabezpieczeniu obiektów i urządzeń elektrycznych przed:
 - a) prądami przetężeniowymi,
 - b) przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi,
 - c) wyładowaniami atmosferycznymi,
 - d) wyładowaniami elektryczności statycznej,
 - e) korozją urządzeń technologicznych zakopanych w gruncie,
 - f) przez zastosowanie ochrony katodowej.

KLASYFIKACJA PRZESTRZENI ZAGROŻONYCH WYBUCEM MIESZANIN GAZOWYCH (G)

Przestrzenie zagrożone wybuchem mieszanin gazów palnych i par cieczy palnych z powietrzem klasyfikuje do stref: 0, 1 i 2 – według częstości i czasu występowania gazowej atmosfery wybuchowej (mieszaniny wybuchowej).

Strefa zagrożenia wybuchem jest to strefa, w której w wyniku powstania mieszaniny wybuchowej może powstać stan zagrożenia wybuchem.

Przestrzenie zagrożone powstawaniem mieszanin gazowych klasyfikuje się do następujących stref zagrożenia wybuchem:

Strefa 0 – miejsce (obszar), w którym atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę substancji palnych w postaci, gazu, pary, mgły z powietrzem, występuje ciągle lub często (ponad 1000 godzin w roku) w czasie normalnych warunków pracy urządzeń technologicznych. Strefa ta pojawia się wewnątrz pojemników, rurociągów, zbiorników, separatorów olejowo-wodnych otwartych do atmosfery;

Strefa 1 – miejsce (obszar), w którym atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę substancji palnych w postaci gazu, pary lub mgły z powietrzem, jest prawdopodobna w warunkach normalnej pracy urządzeń technologicznych (w czasie od 10 do 1000 godzin w roku). Strefa ta może obejmować bezpośrednio otoczenie: strefy 0; miejsc napełniania i opróżniania; wrażliwych na uszkodzenie urządzeń, systemów ochronnych, części i podzespołów wykonanych ze szkła, ceramiki i podobnych materiałów; uszczelnień pomp, połączeń armatury i rurociągów;

Strefa 2 – miejsce (obszar), w którym pojawienie się atmosfery wybuchowej, zawierającej mieszaninę substancji palnych w postaci gazu, par lub mgły z powietrzem, jest bardzo mało prawdopodobne; nie występuje w trakcie normalnej pracy, a w przypadku wystąpienia trwa krótko (około 10 godzin w roku). Strefa 2. może obejmować miejsca otaczające strefę 0 lub 1.

KLASYFIKACJA PRZESTRZENI ZAGROŻONYCH WYBUCEM MIESZANIN PYŁOWYCH (D)

Pyły palne zalegające na urządzeniach technologicznych i wyposażeniu pomieszczeń, warstwy, zwały i osady pyłowe powinny być traktowane tak samo, jak każde inne źródło, które może być przyczyną powstawania mieszanin wybuchowych pyłów z powietrzem. Przestrzenie zagrożone powstawaniem mieszanin pyłów z powietrzem klasyfikuje się do następujących stref zagrożenia wybuchem:

Strefa 20 – jest to przestrzeń, w której mieszanina wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu występuje stale lub przez długie okresy albo często (ponad 1000 godzin w ciągu roku), w normalnych warunkach pracy urządzeń technologicznych. Strefa 20 pojawia się wewnątrz pojemników, rurociągów, zbiorników, silosów, itp.;

Strefa 21 – miejsce (obszar), w którym mieszanina wybuchowa w postaci obłoku pyłu palnego w powietrzu może wystąpić w normalnych warunkach pracy (w wyniku poderwania pyłu w otoczeniu), gdzie występują warstwy pyłu zleżającego, zdolne do tworzenia mieszanin pyłu z powietrzem w zakresie stężeń wybuchowych, np. w skutek rozszczelnienia urządzeń produkcyjnych.

Strefa 22 – miejsce (obszar), w którym wystąpienie mieszaniny wybuchowej pyłu palnego z powietrzem w normalnych warunkach pracy nie występuje, jednak w przypadku wystąpienia trwa krótko (poniżej 10 godzin w roku). Strefa ta może obejmować miejsca w bezpośrednim otoczeniu urządzeń, systemów ochronnych, części i podzespołów zawierających pył, np. pomieszczenia z młynami, w których osiada pył wydostający się z młynów i w innych miejscach wymienionych w charakterystyce strefy 20 i 21.

KOLEJNOŚĆ WYZNACZANIA STREF ZAGROŻENIA WYBUCEM

Strefy zagrożenia wybuchem, w zależności od warunków, wyznacza się w następującej kolejności:

- a) strefę 0 – jeżeli istnieją ku temu warunki,
- b) strefę 1 – wokół strefy 0 oraz wokół odpowietrzeń zbiorników, zaworów oddechowych i wentylacyjnych oraz przy otwartych zbiornikach, reaktorach
- c) strefę 2 – wokół strefy 1, w razie braku skutecznej wentylacji, przy występowaniu substancji ogrzanych lub pod ciśnieniem.

Podobnie wyznacza się strefy 20, 21 i 22. Po strefach 21 i 22 mogą być wyznaczone przestrzenie zagrożone pożarem.

KRYTERIA PODZIAŁU NA GRUPY URZĄDZEŃ I SYSTEMY OCHRONNE

Urządzenia elektryczne do atmosfer wybuchowych dzielą się na następujące grupy:

Grupa I – urządzenia elektryczne grupy I są przeznaczone do użytku w kopalniach, w których występuje zagrożenie wybuchem gazu kopalnianego. Rodzaje zabezpieczeń dotyczące grupy I uwzględniają zapłon zarówno gazu kopalnianego, jak i pyłu węglowego – łącznie ze zwiększeniem fizycznych zabezpieczeń urządzeń użytkowanych w podziemnych wyrobiskach;

Grupa II – urządzenia elektryczne grupy II są przeznaczone do użytku w miejscach występowania gazowych atmosfer wybuchowych innych niż w kopalniach, w których występuje zagrożenie wybuchem gazu. Urządzenia elektryczne grupy II są podzielone na podgrupy w zależności od właściwości gazowych atmosfer wybuchowych, do których są przeznaczone.

Podgrupy grupy II:

- IIA, typowym gazem jest propan,
- IIB, typowym gazem jest etylen,
- IIC, typowym gazem jest wodór.

Podgrupy mieszanin wybuchowych i urządzeń w osłonach ognioszczelnych i iskrobezpiecznych	Maksymalny bezpieczny prześwit klasyfikacyjny szczeliny gaszącej MESG [mm]	Stosunek minimalnego prądu zapalającego mieszaninę z powietrzem gazu lub pary do prądu zapalającego metan laboratoryjny MIC
IIA	> 0,9	> 0,8
IIB	0,5 do 0,9	0,45 do 0,8
IIC	< 0,5	< 0,45

Wzajemne zależności klasyfikacji gazów i par oraz urządzeń przeciwwybuchowych w osłonach ognioszczelnych i iskrobezpiecznych wg. MESG i MIC

Grupa III – Urządzenia elektryczne grupy III są przeznaczone do użytku w miejscach występowania pyłowych atmosfer wybuchowych innych niż w kopalniach, w których występuje zagrożenie wybuchem gazu. Grupę III podzielono na trzy podgrupy w zależności od właściwości pyłowych atmosfer wybuchowych, do których są przeznaczone:

- a) IIIA, palne pyły w stanie lotnym (włókna). Dozwolona grupa urządzeń IIIA, IIIB, IIIC;
- b) IIIB, pył nieprzewodzący (o rezystywności $> 1 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$). Dozwolona grupa urządzeń IIIB, IIIC;
- c) IIIC, pył przewodzący (o rezystywności $< 1 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$). Dozwolona grupa urządzeń IIIC.

Urządzenia do konkretnej atmosfery wybuchowej

Urządzenie elektryczne może być badane do konkretnej gazowej atmosfery wybuchowej. W takim przypadku powinno być odpowiednio opisane w certyfikacie i oznakowane.

KRYTERIA PODZIAŁU GRUP URZĄDZEŃ NA KATEGORIE

W Dyrektywie **ATEX** urządzenia każdej z grup, ze względu na stopień bezpieczeństwa, zostały podzielone na następujące kategorie.

Urządzenia grupy I zostały podzielone na dwie kategorie:

1) Kategorię M 1 obejmującą urządzenia zaprojektowane i, w razie potrzeby, wyposażone w specjalne dodatkowe środki zabezpieczenia przeciwwybuchowego tak, aby mogły funkcjonować zgodnie z parametrami ruchowymi ustalonymi przez producenta, zapewniając bardzo wysoki poziom zabezpieczenia. Urządzenia tej kategorii produkuje się tak, aby były zdolne do działania w atmosferze wybuchowej nawet w przypadku rzadko występującej awarii urządzenia i charakteryzowały się takimi środkami zabezpieczenia, że:

- a) w przypadku uszkodzenia jednego ze środków zabezpieczających, przynajmniej drugi, niezależny środek zapewni wymagany poziom zabezpieczenia
- b) wymagany poziom zabezpieczenia będzie zapewniony w przypadku wystąpienia dwóch niezależnych od siebie uszkodzeń;

2) Kategorię M 2 obejmującą urządzenia zaprojektowane tak, aby mogły funkcjonować zgodnie z parametrami ruchowymi ustalonymi przez producenta, zapewniając wysoki poziom zabezpieczenia.

W urządzeniach tej kategorii zapewnia się:

- a) wyłączenie zasilania w przypadku wystąpienia atmosfery wybuchowej.
- b) środki zabezpieczenia przeciwwybuchowego zapewniające wymagany poziom zabezpieczenia podczas normalnego działania tych urządzeń, a także w przypadku trudnych warunków eksploatacji, powstałych wskutek nieostrożnego obchodzenia się z nimi i zmieniających się warunków środowiskowych.

Urządzenia grupy II zostały podzielone na trzy kategorie:

- 1) Kategoria 1** – zapewnia „bardzo wysoki” poziom zabezpieczenia (EPL Ga) w strefach gazowych 0, 1, 2. Tak wysoki poziom ochrony wynika z zastosowania dwóch niezależnych środków zabezpieczających. W przypadku uszkodzenia jednego z nich drugi środek niezależnie zagwarantuje wymagany poziom bezpieczeństwa. Ten bardzo wysoki poziom bezpieczeństwa utrzymany zostanie również w przypadku, kiedy wystąpić mogą od siebie niezależne uszkodzenia;
- 2) Kategoria 2** – zapewnia „wysoki” poziom zabezpieczenia (EPL Gb) w strefach gazowych 1, 2. Zastosowane środki zabezpieczenia przeciwwybuchowego są wystarczające w przypadku częstych zakłóceń lub uszkodzeń urządzeń oraz podczas normalnego ich działania.
- 3) Kategoria 3** – zapewnia podwyższony poziom zabezpieczenia (EPL Gc) w 2. strefie gazowej. Zabezpieczenie jest wystarczające podczas normalnego ich działania.

Urządzenia grupy III zostały podzielone na trzy kategorie:

- 1) **Kategoria 1** – zapewnia „bardzo wysoki” poziom zabezpieczenia dzięki zastosowaniu dwóch niezależnych rodzajów zabezpieczeń. Uszkodzenie dwóch zabezpieczeń zapewnia dalej wymagany poziom zabezpieczenia urządzenia (EPL Ga). Zastosowanie – w strefach pyłowych 20, 21, 22;
- 2) **Kategoria 2** – zapewnia „wysoki” poziom zabezpieczenia wystarczający w czasie normalnego działania, przy częstych zakłóceniach i uszkodzeniach (EPL Db). Zastosowanie – w strefach pyłowych 21, 22;
- 3) **Kategoria 3** -zapewnia poziom zabezpieczenia wystarczający w czasie normalnego działania (poziom ochrony EPL Dc). Zastosowanie – w strefie pyłowej 22.

ZASADY ZAPOBIEGANIA I OCHRONY PRZED WYBUCHEM

Zasady zapobiegania i ochrony przed wybuchem głównie polegają na:

- 1) wyeliminowaniu lub ograniczeniu powstawania mieszanin wybuchowych,
- 2) przeprowadzeniu klasyfikacji przestrzeni zagrożonych wybuchem do odpowiednich stref zagrożenia, adekwatnych do spodziewanego niebezpieczeństwa, jeżeli nie jest możliwe wyeliminowanie lub ograniczenie powstawania mieszanin wybuchowych,
- 3) dobraniu urządzeń elektrycznych, technologicznych, ochronnych itp. w odpowiednim wykonaniu, odpowiadającym wymaganiom dla poszczególnych stref zagrożenia wybuchem,
- 4) wykonaniu oprzewodowania odpornego na warunki środowiskowe występujące w danej strefie zagrożenia, np. substancje chemiczne, wilgoć, wpływy mechaniczne,
- 5) zabezpieczeniu urządzeń i przewodów przed:
 - a) prądami przetężeniowymi,
 - b) przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi,
- 6) zabezpieczeniu obiektu budowlanego przed wyładowaniami atmosferycznymi,
- 7) zabezpieczeniu urządzeń technologicznych przed wyładowaniami elektryczności statycznej,

- 8) zabezpieczeniu przed korozją urządzeń technologicznych zlokalizowanych w gruncie, przez zastosowanie ochrony katodowej,
- 9) stosowaniu niezbędnych systemów ochronnych i zabezpieczeń,
- 10) przy wejściach do pomieszczeń i przestrzeni zewnętrznych, gdzie znajdują się miejsca, w których występują atmosfery wybuchowe, powinno być umieszczone oznakowanie:



RODZAJE URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH W WYKONANIU PRZECIWWYBUCHOWYM

Urządzenia elektryczne przeznaczone do użytkowania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem powinny mieć konstrukcję zabezpieczającą urządzenie przed możliwością zapalenia otaczającej je mieszaniny wybuchowej, zarówno w czasie normalnej pracy, jak i w stanie zakłóceń. Wymagania takie powinny spełniać odpowiednio skonstruowane urządzenia w wykonaniu przeciwwybuchowym.

Wyróżnia się dwa sposoby zapewnienia w urządzeniach elektrycznych zabezpieczenia przeciwwybuchowego:

- 1) **separację potencjalnego źródła zapłonu** od niebezpiecznej atmosfery wybuchowej,
- 2) **ograniczenie energii cieplnej i/lub iskry** do wartości mniejszej niż minimalna energia zapłonu mieszaniny wybuchowej.

Zgodnie z normą PN-EN 60079-0:2013-03 rozróżnia się następujące rodzaje urządzeń elektrycznych w wykonaniu przeciwwybuchowym:

Urządzenia w osłonie olejowej „o”

Zabezpieczenie urządzeń za pomocą osłony olejowej „o” polega na zanurzeniu części mogących spowodować zapalenie otaczającej mieszaniny wybuchowej (powstające iskry, łuki elektryczne, podwyższone temperatury) w oleju lub innej cieczy ochronnej.

Wymaga się, aby urządzenia w osłonie olejowej:

- a) były stosowane tylko w strefach 1 i 2 zagrożenia wybuchem,
- b) posiadały odpowiedni do warunków pracy stopień ochrony obudowy IP,
- c) warstwa cieczy izolacyjnej nad częściami czynnymi urządzenia nie powinna być mniejsza niż 25 mm – nawet przy jej możliwym najniższym poziomie,
- d) powinny być w wykonaniu stacjonarnym na prąd przemienny,

Urządzenia w osłonie gazowej „p”

Zabezpieczenie urządzeń za pomocą osłon gazowych z nadciśnieniem „p” polega na umieszczeniu części, które w czasie pracy mogą iskrzyć lub nagrzewać się, w zamkniętej obudowie wypełnionej powietrzem lub innym gazem niepalnym pozostającym pod stałym nadciśnieniem.

Osłony gazowe z nadciśnieniem stosuje się najczęściej do ochrony silników elektrycznych dużej mocy zwłaszcza wysokiego napięcia oraz szaf rozdzielczych i sterowniczych

Urządzenia w osłonie gazowej przystosowane są do instalowania w strefach 1 i 2 zagrożenia wybuchem.

Urządzenia z osłoną piaskową „q”

Zabezpieczenie urządzeń za pomocą osłony piaskowej „q” – polega na zanurzeniu w piasku wszystkich części znajdujących się pod osłoną w taki sposób, aby ewentualnie powstające iskry, łuki elektryczne lub podwyższone temperatury wewnątrz osłony nie mogły spowodować zapalenia otaczającej urządzenie mieszanki wybuchowej. Osłonę piaskową stosuje się m.in. do urządzeń elektronicznych, skrzynek zaciskowych, dławików, transformatorów, prostowników, urządzeń grzejnych. Urządzenia w osłonie piaskowej przeznaczone są do instalowania w strefach 1 i 2 zagrożenia wybuchem.

Wymaga się, aby w urządzeniach w osłonie piaskowej:

- a) temperatury zewnętrznych powierzchni obudowy nie przekraczały najwyższych dopuszczalnych temperatur przy poszczególnych klasach temperaturowych mieszanin wybuchowych;
- b) stopień ochrony obudowy powinien być nie mniejszy niż IP 54, natomiast spawów – IP67;

Urządzenia z osłoną ognioszczelną „d”

Zabezpieczenie urządzeń za pomocą osłon ognioszczelnych „d” – polega na umieszczeniu wszystkich części mogących wywołać zapalenie otaczającej mieszaniny wybuchowej w osłonie ognioszczelnej, tzn. takiej, która bez uszkodzenia wytrzyma ciśnienie wybuchu powstałego w jej wnętrzu i skutecznie zapobiega przeniesieniu wybuchu z jej wnętrza do otaczającej urządzenie elektryczne przestrzeni zawierającej mieszaninę wybuchową. Ognioszczelność osłony uzyskiwana jest przez zastosowanie szczelin gaszących o odpowiednich prześwitach.

Osłona ognioszczelna może być stosowana do większości urządzeń elektrycznych, np. do silników elektrycznych, skrzynek rozdzielczych, łączników, osprzętu instalacyjnego, elementów opraw oświetleniowych. Skrzynki zaciskowe silników elektrycznych z osłoną ognioszczelną powinny być również ognioszczelne.

Dopuszcza się stosowanie skrzynek zaciskowych o budowie wzmocnionej. Urządzenia elektryczne w osłonach ognioszczelnych przewidziane są do instalowania w strefach 1 i 2 zagrożenia wybuchem.

Urządzenia budowy wzmocnionej „e”

Zabezpieczenie urządzeń za pomocą budowy wzmocnionej „e”, ze zwiększoną pewnością mechaniczną i elektryczną, w celu ograniczenia do minimum prawdopodobieństwa powstania uszkodzeń mogących spowodować zapalenie mieszaniny wybuchowej.

Urządzenia z zabezpieczeniem typu „n”

Urządzenia z zabezpieczeniem za pomocą budowy typu „n” dzieli się na podtypy:

- a) **ExnA** – urządzenia nieiskrzące, o ograniczonej możliwości powstawania iskier, łuków elektrycznych i gorących powierzchni w czasie normalnej eksploatacji (nie dotyczy regulacji i wymiany elementów pod napięciem), np silniki zwarte, bezpieczniki, skrzynki zaciskowe, oprawy oświetleniowe, przetworniki;
- b) **ExnC** – urządzenia iskrzące, ze stykami osłoniętymi w taki sposób, że nie mogą zetknąć się z mieszaniną wybuchową; osłony zestyków podobne do osłon ognioszczelnych lub zalania masą izolacyjną;
- c) **ExnR** – urządzenia w szczelnej obudowie ograniczającej wnikanie do niej, w określonym czasie, mieszaniny wybuchowej;
- d) **ExnL** – urządzenia o ograniczonej energii; konstrukcja zbliżona do urządzeń iskrobezpiecznych;
- e) **ExnP** – urządzenia zamknięte w obudowach o uproszczonym przewietrzaniu, np. bez przewietrzania wstępnego, bez odprowadzania powietrza na zewnątrz pomieszczeń, z nadciśnieniem lecz spadek ciśnienia nie powoduje natychmiastowego wyłączenia napięcia.

Urządzenia z zabezpieczeniem typu „n” przeznaczone są do stosowania wyłącznie w strefie 2 zagrożenia wybuchem.

Urządzenia iskrobezpieczne „i”

Zabezpieczenie urządzeń za pomocą iskrobezpieczeństwa „i” – polega na dobraniu elementów tak, aby iskry elektryczne lub zjawiska termiczne, które mogą powstać zarówno w czasie normalnej pracy urządzenia (np. zamykanie lub otwieranie obwodów), jak i w przypadku pojedynczego lub wielokrotnego uszkodzenia (np. zwarcie, przerw w obwodzie), nie mogły spowodować zapalenia otaczającej urządzenie mieszaniny wybuchowej.

Ochronę obwodów iskrobezpiecznych od innych obwodów elektrycznych zapewnia się przez:

- a) **oddzielenie obwodów iskrobezpiecznych** od innych obwodów poprzez zastosowanie ochrony obwodów iskrobezpiecznych przed dopływem z zewnątrz energii, mogącej zniszczyć ich iskrobezpieczeństwo (np. bariery ochronne);
- b) **bariery ochronne** – urządzenia stanowiące połączenie (nie galwaniczne) pomiędzy iskrobezpieczną częścią obwodu elektrycznego i iskroniebezpieczną jego częścią lub mogącą stać się jego częścią iskroniebezpieczną.

Zadaniem bariery ochronnej jest ograniczenie:

- napięcia z obwodu zewnętrznego do strefy zagrożenia wybuchem,
- prądu w obwodzie
- energii uszkodzonego źródła zasilania;

Urządzenia hermetyzowane „m”

Zabezpieczenie urządzeń za pomocą hermetyzacji „m” – polega na tym, że części iskrzące i nagrzewające się są otoczone masą izolacyjną uniemożliwiającą zapalenie znajdującej się na zewnątrz urządzenia mieszaniny wybuchowej.

Rozróżnia się trzy poziomy ochrony przeciwybuchowych urządzeń hermetyzowanych masą izolacyjną:

- a) **poziom „ma”** – zapewnia bezpieczne użytkowanie urządzeń elektrycznych hermetyzowanych masą izolacyjną zarówno w czasie normalnej pracy, przy możliwych do przewidzenia uszkodzeniach, jak i przy rzadko występujących uszkodzeniach. Napięcie w żadnym punkcie obwodu elektrycznego nie powinno przekroczyć 1 kV. Ochronę urządzeń hermetyzowanych masą izolacyjną stanowi właściwy dobór parametrów obwodu elektrycznego lub zastosowanie zabezpieczenia elektrycznego;
- b) **poziom „mb”** – zapewnia bezpieczne użytkowanie urządzeń elektrycznych hermetyzowanych masą izolacyjną w ich normalnym stanie pracy i przy wystąpieniu możliwych do przewidzenia zakłóceń;
- c) **poziom „mc”** – zapewnia bezpieczne użytkowanie urządzeń elektrycznych hermetyzowanych masą izolacyjną w ich normalnym stanie pracy.

Urządzenia o budowie „op”

Zabezpieczenie przeciwwybuchowe urządzeń o budowie „op” polega na ochronie przed zagrożeniem zapłonu pochodzącego od urządzeń wykorzystujących promieniowanie świetlne. Ten rodzaj wykonania przeciwwybuchowego dotyczy ochrony coraz szerzej stosowanych w łączności, zastosowaniach czujnikowych i pomiarach: lamp, laserów, diod LED i światłowodów, stanowiących prawdopodobne źródło zapłonu.

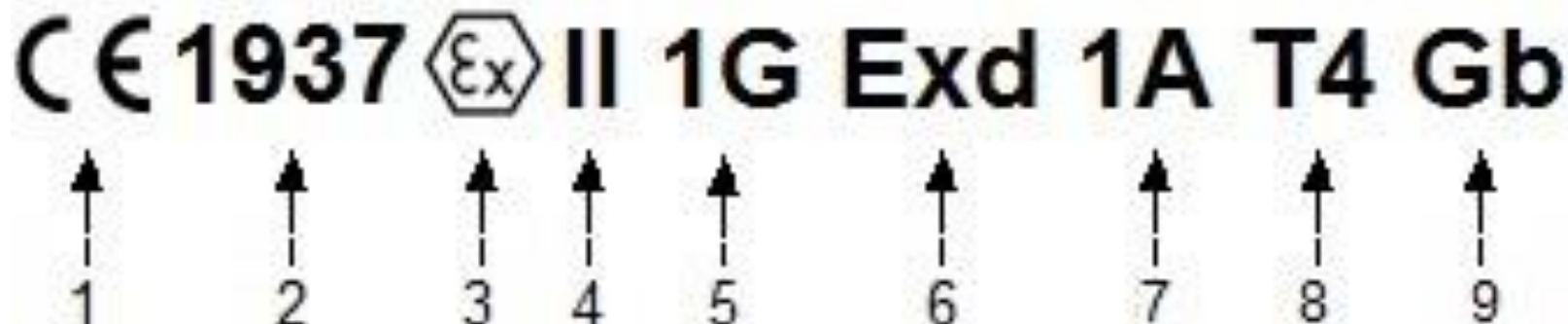
Promieniowanie świetlne pochłaniane przez powierzchnie urządzeń lub cząstek może, w pewnych okolicznościach, umożliwić uzyskanie przez nie temperatury, która spowoduje zapłon otaczającej atmosfery wybuchowej.

Symbol i rodzaj zabezpieczenia	W odniesieniu do EPL
- "d"- osłona ognioszczelna	- Ga lub Mb
- "e"- budowa wzmocniona	- Gb lub Mb
- "ia"- iskrobezpieczeństwo	- Ga lub Ma
- "ib"- iskrobezpieczeństwo	- Gb lub Mb
- "ic"- iskrobezpieczeństwo	- Gc
- "ma"- hermetyzacja	- Ga lub Ma
- "mb"- hermetyzacja	- Gb lub Mb
- "mc"- hermetyzacja	- Gc
- "nA"- nieiskrzące	- Gc
- "nC"- zabezpieczone iskrzenie	- Gc
- "nR"- ograniczone oddychanie	- Gc
- "o"- osłona olejowa	- Gb
- "pv"- osłona gazowa z nadciśnieniem	- Gb lub Gc
- "px"- osłona gazowa z nadciśnieniem	- Gb lub Mb
- "py"- osłona gazowa z nadciśnieniem	- Gb
- "pz"- osłona gazowa z nadciśnieniem	- Gc
- "q"- osłona piaskowa	- Gb lub Mb

Symbol i rodzaj zabezpieczenia	W odniesieniu do EPL
- "ta"- zabezpieczenia za pomocą obudowy	Da
- "tb"- zabezpieczenia za pomocą obudowy	Db
- "tc"- zabezpieczenia za pomocą obudowy	Dc
- "ia"- iskrobezpieczeństwo	Da
- "ib"- iskrobezpieczeństwo	Db
- "ma"- hermetyzacja	Da
- "mb"- hermetyzacja	Db
- "mc"- hermetyzacja	Dc
- "p"- osłona gazowa z nadciśnieniem	Db lub Dc

Symbole i rodzaje zabezpieczeń

PRZYKŁADY ZNAKOWANIA URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH EX



przy czym:

1. Oznaczenie CE;
2. Numer identyfikujący jednostkę certyfikującą;
3. Symbol wykonania przeciwwybuchowego;
4. Grupa wybuchowości;
5. Kategoria urządzenia;
6. Oznaczenie zgodne z IEC;
7. Podgrupa wybuchowości;
8. Klasa temperaturowa;
9. Poziom zabezpieczenia urządzenia (EPL).

Rodzaj zabezpieczenia w przypadku gazowych atmosfer wybuchowych	Rodzaj zabezpieczenia w przypadku pyłowych atmosfer wybuchowych
<ul style="list-style-type: none"> - "db" - osłona ognioszczelna - "eb" - budowa wzmocniona - "ia" - iskrobezpieczeństwo - "ib" - iskrobezpieczeństwo - "ic" - iskrobezpieczeństwo - "ma" - hermetyzacja - "mb" - hermetyzacja - "mc" - hermetyzacja - "nAc" - nieiskrzące - "nCc" - zabezpieczone iskrzenie - "nRc" - ograniczone oddychanie - "ob" - osłona olejowa - "pvc" - osłona gazowa z nadciśnieniem - "pxb" - osłona gazowa z nadciśnieniem - "pyb" - osłona gazowa z nadciśnieniem - "pzc" - osłona gazowa z nadciśnieniem - "qb" - osłona piaskowa 	<ul style="list-style-type: none"> - "ta" - zabezpieczenie za pomocą obudowy - "tb" - zabezpieczenie za pomocą obudowy - "tc" - zabezpieczenie za pomocą obudowy - "ia" - iskrobezpieczeństwo - "ib" - iskrobezpieczeństwo - "ma" - hermetyzacja - "mb" - hermetyzacja - "mc" - hermetyzacja - "pb" - osłona gazowa z nadciśnieniem - "pc" - osłona gazowa z nadciśnieniem

Rodzaje zabezpieczeń w przypadku gazowych i pyłowych atmosfer wybuchowych

Strefa	EPL	Grupa	Kategoria	Przestrzeń
nie dotyczy	Ma	I	M1	
nie dotyczy	Mb	I	M2	
0	Ga	II	1	gazy, opary, mgły
1	Gb	II	2	gazy, opary, mgły
2	Gc	II	3	gazy, opary, mgły
20	Da	III	1	pyły
21	Db	III	2	pyły
22	Dc	III	3	pyły

Powiązania EPL z dyrektywą 94/9/WE ATEX

Poziom zabezpieczenia urządzeń	Grupa	EPL	Realizacja zabezpieczenia	Przeznaczenie do strefy zagrożenia wybuchem
Bardzo wysoki	I	Ma	Dwa niezależne zabezpieczenia lub zapewnienie bezpieczeństwa w razie wystąpienia dwóch niezależnych uszkodzeń	Urządzenie funkcjonuje w obecności mieszaniny wybuchowej
Wysoki	I	Mb	Zabezpieczenie odpowiednie do normalnych warunków pracy (gdy nie występuje mieszanina wybuchowa)	Zasilanie jest wyłączane samoczynnie w razie powstania mieszaniny wybuchowej
Bardzo wysoki	II	Ga	Dwa niezależne zabezpieczenia lub zapewnienie bezpieczeństwa w razie wystąpienia dwóch niezależnych uszkodzeń	0, 1 i 2
Wysoki	II	Gb	Odpowiednie do normalnej pracy oraz przy wystąpieniu spodziewanego uszkodzenia	1 i 2
Wzmocniony	II	Gc	Odpowiednie do normalnej pracy	2
Bardzo wysoki	III	Da	Dwa niezależne zabezpieczenia lub zapewnienie bezpieczeństwa w razie wystąpienia dwóch niezależnych uszkodzeń	20, 21 i 22
Wysoki	III	Db	Odpowiednie do normalnej pracy oraz przy wystąpieniu spodziewanego uszkodzenia	21 i 22
Wzmocniony	III	Dc	Odpowiednie do normalnej pracy	22

Opis zabezpieczeń przed ryzykiem wybuchu w odniesieniu do poziomu zabezpieczenia urządzenia (EPL)

Oznaczenie	Nazwa obudowy	EPL
d	obudowa ognioszczelna	Gb lub Mb
px	obudowa z nadciśnieniem	Gb lub Mb
py	obudowa z nadciśnieniem	Gb
pz	obudowa z nadciśnieniem	Gc
q	obudowa z osłoną piaskową	Gb lub Mb
o	obudowa z osłoną olejową	Gb
e	obudowa wzmocniona	Gb lub Mb
ia	obudowa iskrobezpieczna zabezp. "ia"	Ga lub Ma
ib	obudowa iskrobezpieczna zabezp. "ib"	Gb lub Mb
ic	obudowa iskrobezpieczna zabezp. "ic"	Gc
nA, nC, nR, nL	ochrona typu "n"	Gc
op is	typ ochrony "op is"	Ga
op pr	typ ochrony "op pr"	Gb
op sh	typ ochrony "op sh"	Gc
ta	osłona rodzaju "ta"	Da
tb	osłona rodzaju "tb"	Db
tc	osłona rodzaju "tc"	Dc

Oznaczenia obudów urządzeń w wykonaniu przeciwybuchowym

ZADANIA Z INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

Wskaźnik zadziałania wkładki topikowej o wartości prądu znamionowego 20 A ma kolor

- A. żółty.
- B. szary.
- C. niebieski.
- D. czerwony.

Łącznik przedstawiony na zdjęciu jest oznaczany na schematach symbolem graficznym



A.



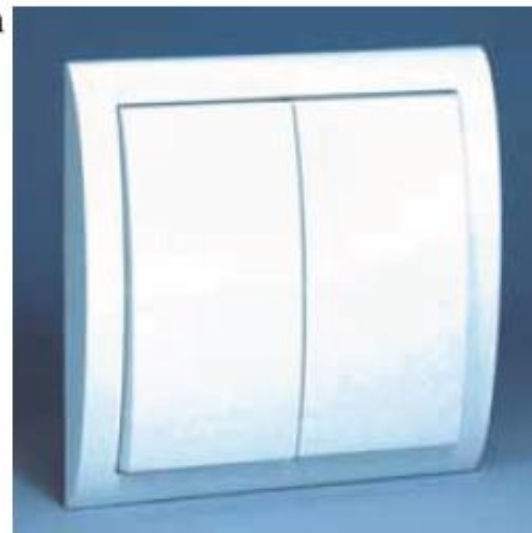
B.



C.

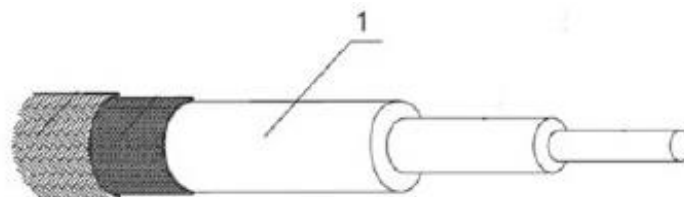


D.



Jaki element przewodu oznaczony jest cyfrą 1?

- A. Powłoka.
- B. Uzbrojenie.
- C. Izolacja żyły.
- D. Oplot włóknisty.

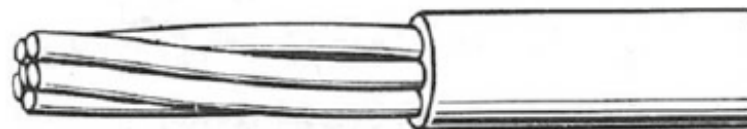


Jakim symbolem oznaczony jest przewód jednożyłowy z żyłą z drutu aluminiowego, w izolacji polwinitowej, o przekroju żyły $2,5 \text{ mm}^2$, na napięcie znamionowe izolacji 500 V?

- A. YDY 500 V $2,5 \text{ mm}^2$
- B. ALY 500 V $2,5 \text{ mm}^2$
- C. ADY 500 V $2,5 \text{ mm}^2$
- D. YLY 500 V $2,5 \text{ mm}^2$

Który rodzaj przewodu przedstawiono na rysunku?

- A. Wielożyłowy uzbrojony.
- B. Jednożyłowy uzbrojony.
- C. Jednodrutowy nieuzbrojony.
- D. Wielodrutowy nieuzbrojony.



Co oznacza opis OMY 500 V $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ podany na izolacji przewodu?

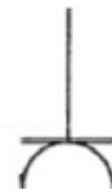
- A. Sznur mieszkaniowy trzyżyłowy w izolacji polwinitowej.
- B. Sznur mieszkaniowy pięćżyłowy w izolacji polietylenowej.
- C. Przewód oponowy mieszkaniowy trzyżyłowy w izolacji polwinitowej.
- D. Przewód oponowy warsztatowy pięćżyłowy w izolacji polietylenowej.

Symbol YDYn $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$ podany na izolacji oznacza przewód

- A. oponowy.
- B. samonośny.
- C. natynkowy.
- D. podtynkowy.

Jakie gniazdo instalacyjne oznacza się na schematach symbolem graficznym przedstawionym na rysunku?

- A. Z wyłącznikiem.
- B. Telekomunikacyjne.
- C. Ze stykiem ochronnym.
- D. Z transformatorem separacyjnym.



Jaki łącznik oznacza się na schematach przedstawionym symbolem graficznym?

- A. Grupowy.
- B. Szeregowy.
- C. Dwubiegunowy.
- D. Jednobiegunowy.



Jaki wyłącznik oznaczony jest symbolem CLS6-B6/2?

- A. Przepięciowy dwubiegunowy.
- B. Podnapięciowy dwubiegunowy.
- C. Różnicowoprądowy dwubiegunowy.
- D. Instalacyjny nadprądowy dwubiegunowy.

Na rysunku przedstawiono symbol graficzny

- A. iskiernika.
- B. warystora.
- C. odgromnika zaworowego.
- D. odgromnika wydmuchowego.



Oprawa oświetleniowa pokazana na zdjęciu jest przeznaczona do zamontowania żarówki z trzonkiem

- A. E14
- B. E27
- C. GU10
- D. MR16



Na rysunku przedstawiono oprawę oświetleniową

- A. lampy przenośnej warsztatowej.
- B. lampy biurowej z odbłyśnikiem.
- C. wewnętrzną do lampy sodowej.
- D. wewnętrzną do lampy punktowej.



Które z wymienionych materiałów stosowane są do wykonywania izolacji żył przewodów elektrycznych?

- A. Mika i krzem.
- B. Guma i krzem.
- C. Polwinit i mika.
- D. Polwinit i guma.

Na podstawie opisu określ, jaką puszkę instalacyjną przedstawiono na rysunku.

*Puszka instalacyjna PHS-1, IP-44;
czterowylotowa z pokrywą izolacyjną;
z dławicami bezgwintowymi D 13,5;
wyposażona w zaciski gwintowe izolowane;
wykonana z polipropylenu.*

Zgodność z normą PN-IEC 60998-2-5:2001



- A. Przeciwogniową.
- B. Natynkową hermetyczną.
- C. Podtynkową hermetyczną.
- D. Do montażu gniazd i wyłączników.

Jaki minimalny przekrój, ze względu na obciążalność długotrwałą, powinny mieć przewody DY ułożone w rurze izolacyjnej, zasilające odbiornik trójfazowy o mocy 10 kW z sieci trójfazowej o napięciu 400 V?

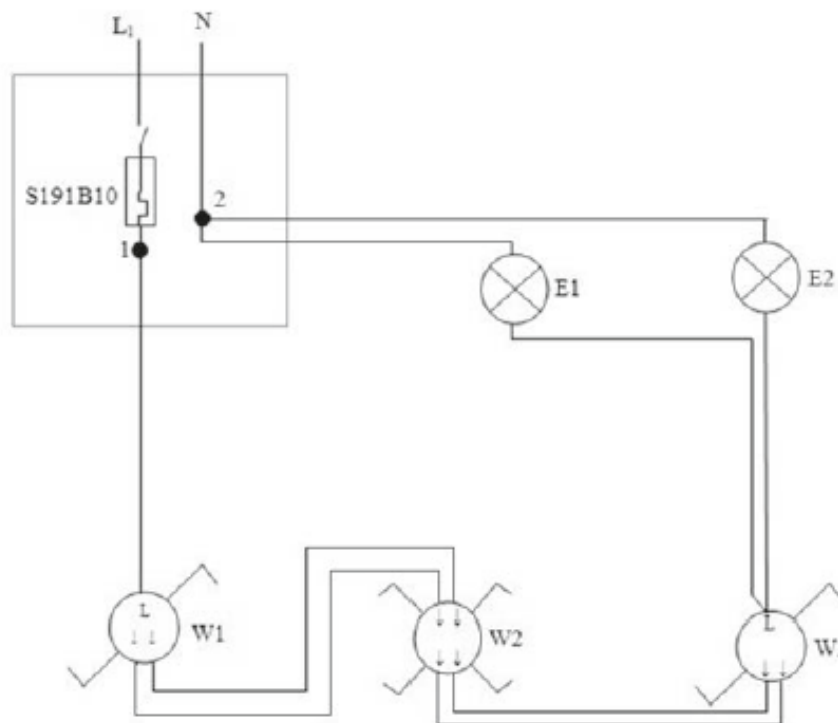
- A. 6 mm²
- B. 4 mm²
- C. 2,5 mm²
- D. 1,5 mm²

$$\left[I_N = \frac{P_N}{\sqrt{3} \cdot U_N} \right]$$

Przekrój znamionowy mm ²	Obciążalność długotrwała I _{ed} [A]						Przewody ułożone pojedynczo w uchwytych lub na izolatorach, albo zawieszane na linie nośnej
	Przewody ułożone w rurach stalowych lub pod wspólną osłoną metalową			Przewody ułożone w rurach izolacyjnych lub pod wspólną osłoną z materiału izolacyjnego			
	po 2	po 3 ²⁾	po 4÷6 ²⁾	po 2	po 3 ²⁾	po 4÷6 ²⁾	
0,35	8	7	6	7	6	5	9
0,50	10	9	8	9	8	7	12
0,57	13	11	10	11	10	9	16
1	15	13	12	13	12	10	19
1,5	19	17	15	17	15	13	25
2,5	27	24	21	24	21	18	34
4	33	31	28	31	28	25	45
6	46	40	36	40	36	32	58
10	62	55	49	55	49	43	80

²⁾ Nie wlicz się przewodu neutralnego linii trójfazowej, ani przewodu ochronnego.

Co może być przyczyną usterki na przedstawionym schemacie, jeżeli: żarówka E_2 świeci się, a żarówka E_1 nie świeci się, obie żarówki są sprawne, zmierzone napięcie $U_{12} = 228\text{ V}$, oprawy E_1 i E_2 są sprawne?



- Uszkodzony przewód pomiędzy W_3 a E_1
- Uszkodzone przewody pomiędzy W_1 a W_2
- Uszkodzone przewody pomiędzy W_2 a W_3
- Uszkodzony przewód pomiędzy W_1 a S191B10

Z tabliczki znamionowej wyłącznika różnicowoprądowego odczytano informację: I_N 25 A; $I_{\Delta N}$ 0,030 A; 230 V~; I_m 1000 A. Wyłącznik można zastosować przy ciągłym obciążeniu prądem

- A. 0,03 A
- B. 25 A
- C. 230 A
- D. 1000 A

Na podstawie tabeli dobierz dopuszczalny prąd znamionowy zabezpieczenia nadprądowego w instalacji jednofazowej dla przewodu YDY $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ przy sposobie ułożenia A2?

- A. 13 A
- B. 16 A
- C. 20 A
- D. 25 A

Przyporządkowanie bezpieczników instalacyjnych typu gG i nadmiarowych wyłączników instalacyjnych typu B i C o prądzie zadziałania $I_a \leq 1,45 I_n$ do znamionowych przekrojów przewodów izolowanych; praca ciągła, temperatura otoczenia 25°C wg PN-ICE 60364-5-523 (wyciąg)												
Sposób ułożenia	A1		A2		B1		B2		C		E	
Liczba obciążonych żył	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Znamionowy przekrój poprzeczny w mm^2 Cu	Prąd znamionowy I_n w [A]* zabezpieczenia nadprądowego dla kabli i przewodów w izolacji z polichloroku winylu PCV; dopuszczalna temperatura pracy 70°C											
1,5	16	10 (13)	16	13	16	16	16	16	20	16	20	16
2,5	20	16	16	16	25	20	20	20	25	25	25	25
4	25	25	25	20	25 (32)	25	25	25	35 (32)	25 (32)	35 (40)	35 (32)

* dla kabli i przewodów układanych pojedynczo w nawiasach podano odchyłki prądów znamionowych nadmiarowych wyłączników instalacyjnych

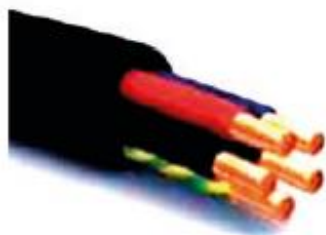
Po zmianie przyłącza elektrycznego do domu stwierdzono, że trójfazowy silnik poruszający hydrofor obraca się w przeciwną stronę niż przed wymianą przyłącza. Przyczyną takiej pracy silnika jest

- A. niepodłączenie dwóch faz.
- B. niepodłączenie jednej fazy.
- C. zamiana dwóch faz między sobą.
- D. zamiana jednej fazy z przewodem neutralnym.

Który zestaw narzędzi będzie niezbędny do montażu listew elektroizolacyjnych na ścianie gipsowej?

- A. Piła do cięcia, przecinak, młotek.
- B. Nóż monterski, wiertarka, zestaw kluczy.
- C. Wiertarka, wiertło, piła do cięcia, wkrętak.
- D. Zestaw kluczy, wkrętarka, wiertło, przecinak.

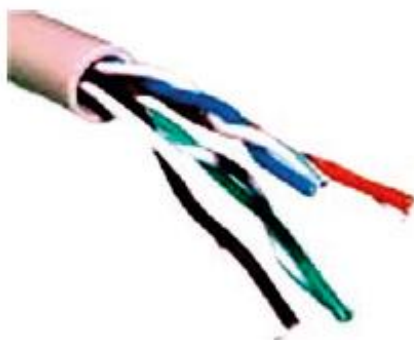
Na którym rysunku przedstawiono przewód który należy zastosować do wykonywania instalacji podtynkowej oświetlenia klatki schodowej?



A.



B.



C.



D.

Na którym rysunku przedstawiono adapter z gniazda E27 na gniazdo GU10?



A.



B.



C.



D.

Na którym rysunku przedstawiono oprawkę do źródła światła dużej mocy, nagrzewającego się do temperatur rzędu 300°C?



A.



B.



C.



D.

Przedstawione w tabeli parametry techniczne dotyczą

- A. instalacji elektrycznej.
- B. instalacji odgromowej budynku.
- C. linii kablowej zasilającej budynek.
- D. linii napowietrznej niskiego napięcia.

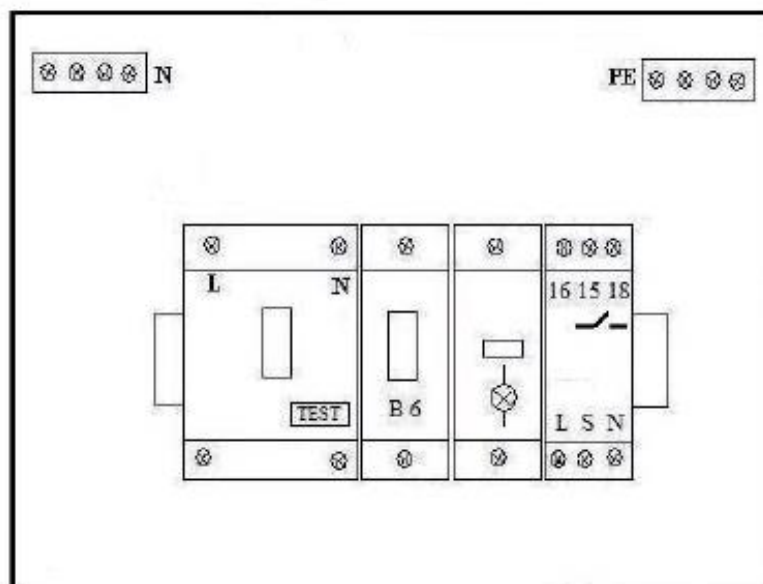
Parametry techniczne

- *Moc przyłączeniowa*
- *Rodzaj przyłącza*
- *Rodzaj uziomu*
- *Typy przewodów*
- *Liczba obwodów*

Połączenie elektryczne służące do przesyłu energii elektrycznej, zlokalizowane między złączem a instalacją odbiorczą budynku, nosi nazwę

- A. instalacji wewnętrznej.
- B. przyłącza kablowego.
- C. przyłącza napowietrzego.
- D. wewnętrznej linii zasilającej.

Na podstawie rysunku określ kolejność zamontowanych aparatów elektrycznych w rozdzielnicy.



- Ochronnik przeciwprzepięciowy, wyłącznik nadprądowy, automat schodowy, przekaźnik bistabilny.
- Wyłącznik różnicowoprądowy, przekaźnik bistabilny, lampka kontrolna, automat schodowy.
- Wyłącznik różnicowoprądowy, wyłącznik nadprądowy, lampka kontrolna, przekaźnik bistabilny.
- Ochronnik przeciwprzepięciowy, przekaźnik bistabilny, lampka kontrolna, automat schodowy.

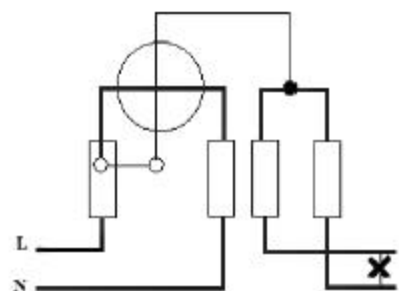
Który zestaw narzędzi należy przygotować do trasowania miejsca zamontowania rozdzielnic podtynkowej w ścianie z cegły?

- A. Sznurek traserki, młotek, punktak.
- B. Rysik, kątownik, punktak, młotek.
- C. Przymiar kreskowy, ołówek traserski, rysik.
- D. Przymiar taśmowy, poziomnicę, ołówek traserski.

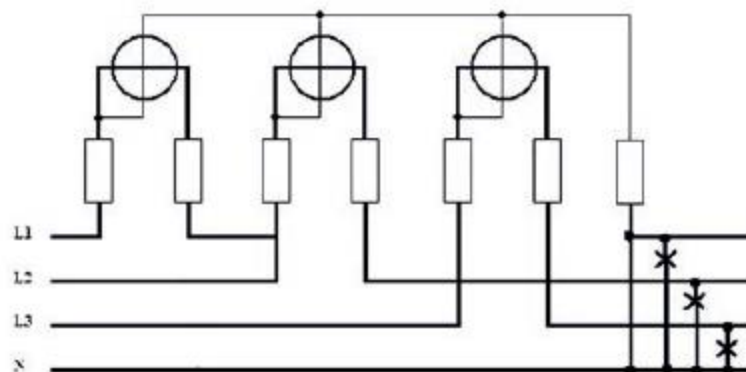
Na tynku wykonanym na ścianie działowej z cegły pełnej wytrasowano położenie rurek PVC. Który zestaw narzędzi należy przygotować w celu zagwarantowania szybkiego i dokładnego montażu rurek?

- A. Wiertarkę, punktak, komplet wkrętaków.
- B. Taśmę mierniczą, wiertarkę, piłę do metalu, młotek.
- C. Punktak, młotek, wiertarkę udarową, wiertło widiowe dopasowane do rozmiarów kołka rozporowego, piłę do metalu, komplet wkrętaków.
- D. Taśmę mierniczą, młotek, wiertarkę udarową, wiertło widiowe dopasowane do rozmiarów kołka rozporowego, poziomnicę, komplet wkrętaków.

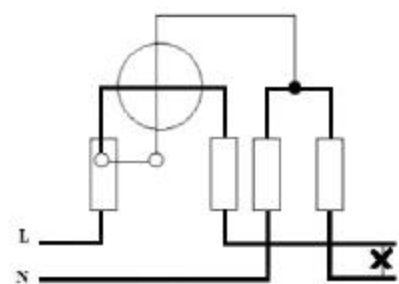
Na którym rysunku przedstawiono schemat połączeń umożliwiający pomiar energii elektrycznej pobranej przez użytkownika?



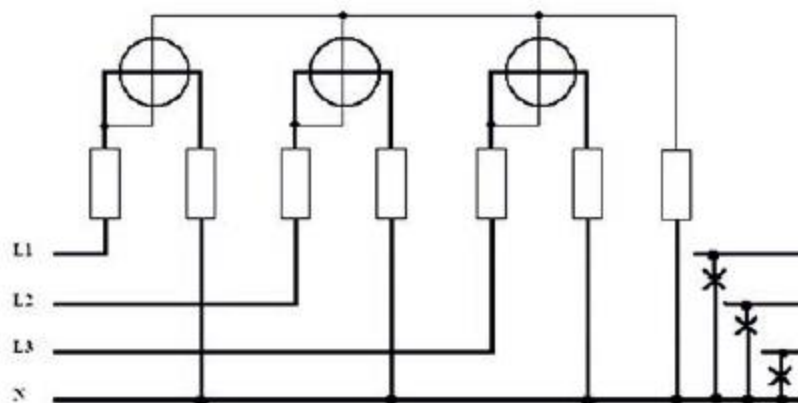
A.



B.



C.



D.

Który z przedstawionych na rysunkach elementów osprzętu należy zastosować do ułożenia dwóch przewodów DY 1,5 mm² pod tynkiem w pomieszczeniu mieszkalnym?



Ø18

A.



25×25

B.



20×35

C.



Ø40

D.

Którą puszkę należy zastosować podczas wymiany instalacji, wykonanej na tynku w pomieszczeniu suchym?



A.



B.



C.



D.

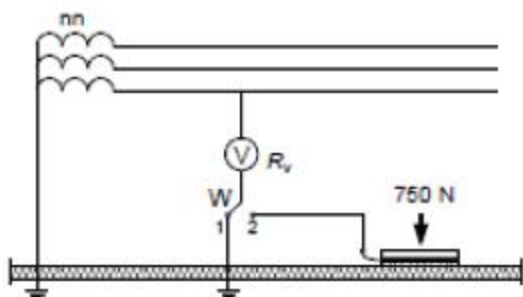
Którego z wymienionych gniazd wtykowych należy użyć do zamontowania w puszcze podtynkowej, w łazience z instalacją typu TNS?

- A. Pojedynczego bez styku ochronnego.
- B. Podwójnego ze stykiem ochronnym.
- C. Pojedynczego ze stykiem ochronnym.
- D. Podwójnego bryzgoszczelnego ze stykiem ochronnym.

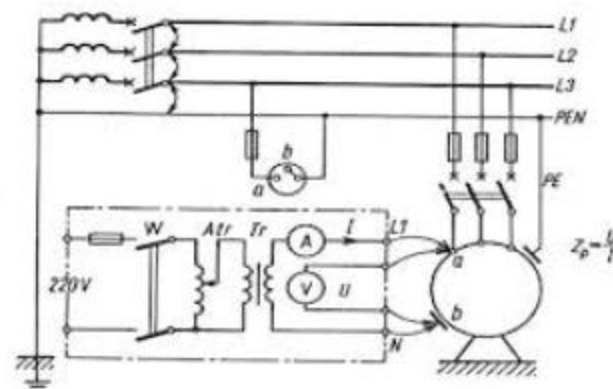
Którego łącznika należy użyć do sterowania oświetleniem klatki schodowej w przypadku zastosowania automatu schodowego?

- A. Hotelowego.
- B. Krzyżowego.
- C. Schodowego.
- D. Dzwonkowego.

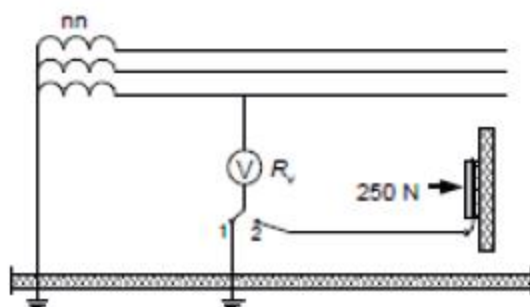
Na którym rysunku przedstawiono schemat układu do wykonania pomiaru impedancji pętli zwarcia instalacji w układzie TN?



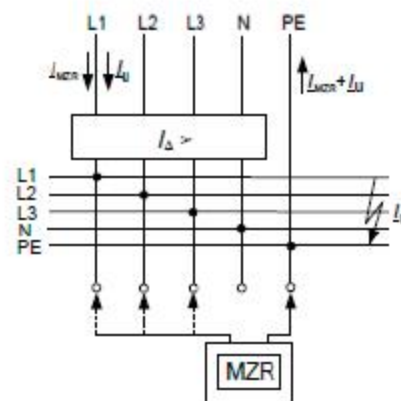
A.



B.



C.



D.

Które czynności i w jakiej kolejności należy wykonać podczas wymiany uszkodzonego odcinka przewodu w instalacji prowadzonej w rurach peszla?

- A. Odłączenie napięcia zasilania, rozkucie tynku, poprowadzenie nowej rury peszla z przewodami, uzupełnienie tynku, załączenie napięcia.
- B. Odłączenie napięcia zasilania, rozkucie tynku na uszkodzonym odcinku instalacji, wymiana rury peszla z przewodami, załączenie napięcia, sprawdzenie działania instalacji.
- C. Wykonanie pomiaru rezystancji przewodu, odłączenie napięcia zasilania, wymiana uszkodzonego przewodu, załączenie napięcia, sprawdzenie działania instalacji.
- D. Odłączenie napięcia zasilania, otwarcie puszek instalacyjnych, odkręcenie końców uszkodzonego przewodu, wymienienie uszkodzonego odcinka przewodu, połączenie wymienionego przewodu w puszkach, zamknięcie puszek, załączenie napięcia zasilania, sprawdzenie poprawności działania instalacji.

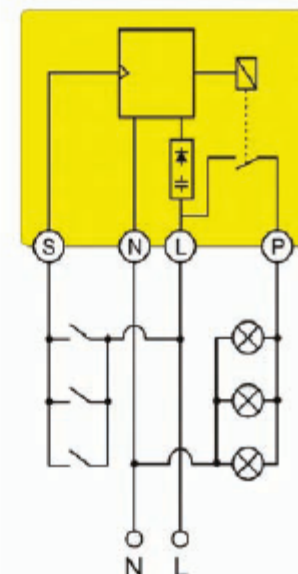
Na rysunku przedstawiono sposób przeprowadzenia pomiaru

- A. napięcia dotykowego.
- B. rezystancji uziemienia.
- C. impedancji pętli zwarcia.
- D. prądu udarowego zwarciowego.



Na podstawie przedstawionego schematu ideowego instalacji oświetlenia klatki schodowej sterowanej za pomocą przekaźnika bistabilnego określ zakres oględzin instalacji.

- A. Naprawa łączników i mycie kloszy lamp.
- B. Wykonanie pomiarów rezystancji izolacji przewodów.
- C. Usunięcie uszkodzeń w instalacji przez osobę uprawnioną.
- D. Sprawdzenie umocowania i stanu łączników oraz kloszy lamp.



O D P O W I E D Z I

strona	ODP	strona	ODP
48	C, C	64	C
49	A, C, D	65	A, B
50	A, C	66	D, D
51	B, C, C	67	B
52	D, A	68	D
53	D, D	69	B, D
54	B		
55	C		
56	C		
57	C, D		
58	C, C		
59	B		
60	A, D		
61	A, D		
62	C		
63	D, C		

Dziękuję za uwagę



mgr inż. Robert Czak

tel: 0048 603687444

mail: robert.czak@op.pl