

W przypadku pytań lub wątpliwości skontaktuj się z najbliższym specjalistą BHP lub wejdź na: www.skanska.pl/bhp, one.skanska/bhp

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

Pomiary ochronne

4.3

Standard pracy

Standard ten:

- zawiera wymagania wynikające z prawa i norm polskich oraz wewnętrznych uregulowań Skanska S.A.
- jest obligatoryjny dla wszystkich jednostek Skanska S.A.
- pomaga zapewnić bezpieczne i skuteczne praktyki podczas prac.

Standard ten zawiera minimum wymagań, jakie należy spełnić dla zapewnienia ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym na budowach. Określa także wymagania dotyczące pomiarów ochronnych.

Nie zawsze można uniknąć zagrożeń związanych z pracą przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, jednak należy zmniejszać ryzyko ich występowania. Przyczyną ok. 70% wypadków porażenia lub poparzenia prądem elektrycznym jest niewłaściwe postępowanie człowieka, wynikające najczęściej z braku umiejętności lub lekkomyślności.

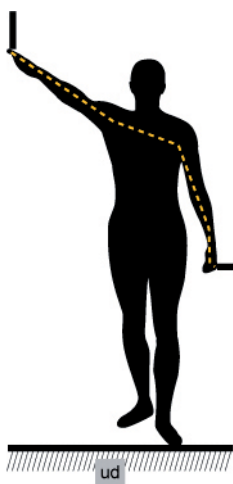
Organizując i prowadząc roboty przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, należy zadbać, aby posiadały one właściwe i skuteczne zabezpieczenia przed porażeniem prądem. Wypadki, do jakich dochodzi w związku z porażeniem prądem elektrycznym, najczęściej skutkują śmiercią, dlatego wymagana jest należyta dbałość o sprawność takich zabezpieczeń.

A. Wstęp

- Wszystkie środki ochrony przeciwporażeniowej powinny być tak projektowane i konstruowane, aby były skuteczne przez cały czas spodziewanego użytkowania instalacji, sieci lub urządzenia zgodnie z jego przeznaczeniem i przy zabezpieczaniu właściwej konserwacji.
- Podstawowa zasada ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym została sformułowana w normie PN – EN 61140:2005 „Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym – wspólne aspekty instalacji i urządzeń”. Brzmi ona następująco: „Części czynne niebezpieczne nie powinny być dostępne, a części przewodzące dostępne nie powinny być niebezpieczne”.
- Powyższa zasada dotyczy:
 - użytkowania sprawnych urządzeń zgodnie z zasadami eksploatacji w warunkach normalnych
 - urządzeń, w których doszło do uszkodzenia izolacji podstawowej w wyniku pojedynczego uszkodzenia.
- Ochronę w warunkach normalnych zapewnia się poprzez ochronę podstawową, a w warunkach pojedynczego uszkodzenia poprzez ochronę przy uszkodzeniu.
- Zagospodarowanie elektroenergetyczne terenu budowy i rozbiórki, zapewniające skuteczną ochronę przeciwporażeniową wymaga, aby:
 - dopuszczalne napięcie dotykowe było długotrwale ograniczone do wartości

25 V prądu przemiennego lub 60 V prądu stałego

- gniazda wtyczkowe były zabezpieczone ochronnymi wyłącznikami różnicowoprądowymi o znamionowym prądzie różnicowym nie większym niż 30 mA (jeden wyłącznik powinien zabezpieczać nie więcej niż 6 gniazd wtyczkowych) lub były zasilane indywidualnie z transformatora separacyjnego albo napięciem nieprzekraczającym napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale (układ SELV)
- był stosowany układ sieci w zależności od rodzaju zasilania określony przepisami szczegółowymi
- sprzęt i osprzęt instalacyjny był o stopniu ochrony co najmniej IP44, a urządzenia rozdzielcze o stopniu ochrony co najmniej IP43
- było preferowane stosowanie odbiorników, narzędzi oraz urządzeń o II klasie ochronności
- instalacja i urządzenia elektryczne były zabezpieczone ochronnym wyłącznikiem różnicowoprądowym selektywnym, o znamionowym prądzie różnicowym nie większym niż 500 mA dla zapewnienia selektywnej współpracy urządzeń zabezpieczających.
- Dokładne wyjaśnienia dotyczące podziału na stopnie ochrony zawarte zostały w standardzie szczegółowym „9.8 Rozdzielnice budowlane (RB), przewody zasilające i kable” – pkt. D8, D9, D10.



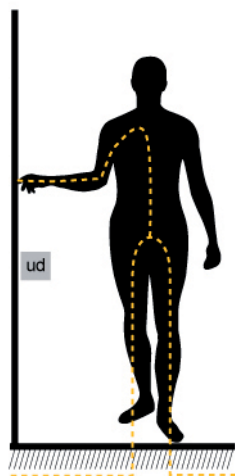
- ud - napięcie dotykowe
- przewodząca płaszczyzna
- możliwa droga przepływu prądu elektrycznego

Rys. 1 Przepływ prądu rażeniowego przez ciało człowieka (ręka-ręka)

Wersja 1.0

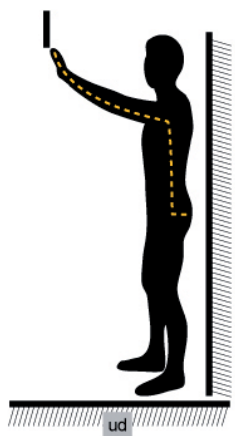
B. Działanie prądu na organizm ludzki

1. Zjawisko porażenia ma miejsce wówczas, gdy występuje droga dla prądu rażeniowego i istnieje źródło napięcia wymuszającego przepływ takiego prądu.
2. Skutki rażenia prądem elektrycznym zależą od:
 - rodzaju prądu, a więc czy jest to rażenie prądem przemiennym o małej częstotliwości (15–10 Hz), prądem przemiennym o dużej częstotliwości, krótkotrwałymi jednokierunkowymi impulsami prądowymi lub prądem stałym
 - wartości napięcia i natężenia prądu wrażliwego oraz czasu jego przepływu
 - drogi przepływu prądu przez ciało człowieka
 - stanu psychofizycznego porażonego
 - temperatury i wilgotności skóry
 - powierzchni styku z przewodnikiem
 - siły docisku przewodnika do naskórka.



- ud - napięcie dotykowe
- - przewodząca płaszczyzna
- - - - - możliwa droga przepływu prądu elektrycznego

Rys. 2 Przepływ prądu rażeniowego przez ciało człowieka (ręka-nogi)



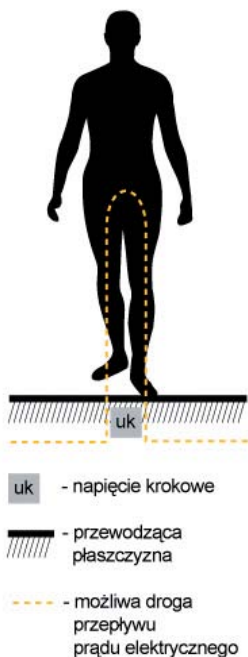
- ud - napięcie dotykowe
- - przewodząca płaszczyzna
- - - - - możliwa droga przepływu prądu elektrycznego

Rys. 3 Przepływ prądu rażeniowego przez ciało człowieka (ręka-tułów)

3. Działanie pośrednie powstające bez przepływu prądu przez organizm ludzki może powodować następujące urazy:
 - oparzenie ciała wskutek pożarów wywołanych zwarcieniem elektrycznym lub spowodowanych dotknięciem do nagranych przedmiotów
 - groźne dla życia oparzenie ciała tukiem elektrycznym, a także metalizację skóry spowodowaną osadzeniem się roztopionych cząstek metalu
 - uszkodzenie wzroku wskutek dużej jaskrawości łuku elektrycznego
 - uszkodzenie mechaniczne ciała w wyniku upadku z wysokości lub upuszczenia trzymanego przedmiotu.
4. Działanie bezpośrednie – porażenie elektryczne wskutek przepływu prądu elektrycznego przez ciało ludzkie (tzw. prądu rażenia), może wywołać wiele zmian fizycznych, chemicznych i biologicznych w organizmie, a nawet śmierć człowieka poprzez działanie na układ nerwowy oraz w wyniku elektrolizy krwi i płynów fizjologicznych.
5. Porażenie bezpośrednie może objawiać się:
 - odczuwaniem bólu przy przepływie prądu, kurczami mięśni
 - zatrzymaniem oddechu, zaburzeniami krążenia krwi
 - zaburzeniami wzroku, słuchu i zmysłów równowagi
 - utratą przytomności
 - migotaniem komórek sercowych (fibrylacja)
 - oparzeniami skóry i wewnętrznych części ciała, ze zwęgleniem włócznie.
6. Napięcie dotykowe jest to napięcie między dwoma punktami nienależącymi do obwodu elektrycznego, z którymi mogą się zetknąć jednocześnie obie ręce lub ręka i noga człowieka (Rys. 1, 2 i 3).
7. Napięcie krokowe jest to napięcie między dwoma punktami na powierzchni ziemi lub stanowiska pracy, odległymi od siebie o 1 m (jeden krok) (Rys. 4).

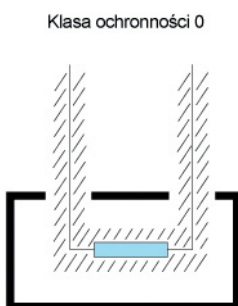
C. Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach o napięciu do 1 kV

1. Wyróżnia się trzy rodzaje ochron przeciwporażeniowych:
 - równoczesną ochronę przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) i pośrednim (ochrona dodatkowa)
 - ochronę przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa)
 - ochronę przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa).
2. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim ma za zadanie zabezpieczać ludzi i zwierzęta przed zagrożeniami wynikającymi z dotknięcia czynnych części urządzeń elektrycznych – znajdujących się pod niebezpiecznym napięciem w czasie normalnej pracy tych urządzeń.
3. W urządzeniach elektrycznych o napięciu do 1 kV wymagane jest zastosowanie przynajmniej jednego z następujących środków ochrony przed dotykiem pośrednim (ochrona podstawowa):
 - izolowanie części czynnych – poprzez pokrycie izolacją części obwodu elektrycznego, które znajdują się pod napięciem w normalnych warunkach pracy
 - stosowanie obudów lub ogrodzeń – obiekty zamontowane na trwałe, których usunięcie powinno być możliwe przy użyciu narzędzi lub po wyłączeniu napięcia z czynnych części znajdujących się wewnątrz nich
 - stosowanie barier i przeszkód – uniemożliwiających przypadkowe dotknięcie części czynnych, niechroniących jednak przed rozmyślnym działaniem
 - umieszczanie części czynnych poza zasięgiem ręki – chroniących przed przypadkowym dotknięciem; zakres strefy zasięgu ręki to przestrzeń wokół człowieka w promieniu do 1,25 m w płaszczyźnie poziomej, do wysokości 2,5 m nad poziomem podłogi (stanowiska) i głębokości 1,25 m pod podłogą.
4. Ochrona przy dotyku pośrednim ma za zadanie ograniczenie skutków porażenia prądem elektrycznym w razie dotknięcia dostępnych części przewodzących, które niespodziewanie znalazły się pod niebezpiecznym napięciem (np. w wyniku uszkodzenia).
5. Działanie powyższe powinno być realizowane poprzez:
 - uniemożliwienie przepływu prądu przez ciało człowieka lub zwierzęcia
 - ograniczenie wartości prądu rażeniowego lub czasu jego przepływu.
6. Ochrona przy dotyku pośrednim może być osiągnięta przez zastosowanie co najmniej jednego z poniższych środków:
 - samoczynnego wyłączania zasilania – polega to na utworzeniu pętli zwarciovych poprzez przewody ochronne łączące dostępne części przewodzące z punktem neutralnym



Rys. 4 Przepływ prądu rażeniowego przez ciało człowieka (noga-noga)

- lub ziemią oraz zastosowanie urządzeń ochronnych zapewniających wyłączenie w odpowiednim czasie
- urządzeń II klasy ochronności lub o izolacji równoważnej – ma zapobiegać pojawieniu się niebezpiecznego napięcia na częściach przewodzących dostępnych urządzeń elektrycznych w przypadku uszkodzenia izolacji podstawowej
 - izolowania stanowiska – ma za zadanie zapobiegnięcie równoczesnemu dotknięciu części, które mogą mieć różny potencjał w wyniku uszkodzenia izolacji podstawowej. Stosowane w pomieszczeniach suchych – dostępne części przewodzące powinny być oddalone od siebie nie mniej niż 2 m, odległość ta może być zmniejszona do 1,25 m poza strefą zasięgu ręki
 - nieziemionych połączeń wyrównawczych – ma zapobiegać pojawieniu się niebezpiecznych napięć dotykowych
 - separacji elektrycznej – zasilanie pojedynczego odbiornika przez transformator separacyjny lub przetwornicę; zaleca się, aby w obwodzie separowanym iloczyn napięcia znamionowego (V) i łącznej długości przewodów (m) nie przekraczała 100 000 VM i aby łączna długość przewodów nie przekraczała 500 m.
7. Uzupelnieniem ochrony przed dotykiem bezpośrednim może być zastosowanie wysoko czułych urządzeń ochronnych różnicowoprądowych – o prądzie wyzwajającym nie większym niż 30 mA.
 8. Urządzenia różnicowoprądowe zwiększają skuteczność ochrony podstawowej, lecz nie mogą być jedynym zastosowanym środkiem.
 9. W przypadku zastosowania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych każdorazowo przed przystąpieniem do pracy należy sprawdzać ich działanie.
 10. Wysoko czułe wyłączniki różnicowoprądowe powinny posiadać:
 - wszelkie obwody gniazd wtyczkowych o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 20 A, przeznaczone do użytkowania przez osoby niewykwalifikowane (postronne)
 - wszelkie obwody odbiorcze do zasilania na wolnym powietrzu urządzeń przenośnych, o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 32 A
 - instalacje użytkowane w warunkach szczególnego zagrożenia, których dotyczą arkusze 700 normy 60364.
 11. Ochrona uzupełniająca ochronę przy uszkodzeniach (ochrona uzupełniająca przy dotyku pośrednim) polega na wykonaniu miejscowych połączeń wyrównawczych, których rola sprowadza się do ograniczenia do dopuszczalnego poziomu długotrwanie utrzymującego się napięcia dotykowego.

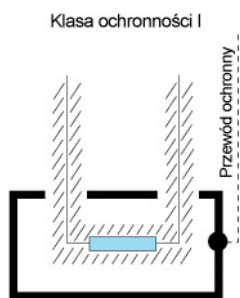


Tylko izolacja podstawowa
Brak zacisku do przyłączenia przewodu ochronnego

Rys.5 Klasa ochronności 0

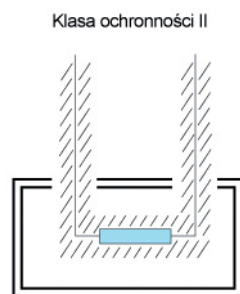
D. Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach o napięciu powyżej 1 kV

1. Bezpieczeństwo ludzi przy elektroenergetycznych urządzeniach wysokich napięć można realizować poprzez:
 - niedopuszczenie do rażenia człowieka prądem elektrycznym
 - ograniczenie prądu wrażliwego do wartości niewywołujących groźnych skutków.
 2. Środkami technicznymi ochrony są:
 - środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa)
 - środki ochrony przy dotyku pośrednim (ochrona dodatkowa).
 3. Ochronę przed dotykiem bezpośrednim można realizować na jeden z czterech sposobów:
 - umieszczanie poza zasięgiem
 - stosowanie obudów
 - stosowanie przegród (ogrodzeń)
 - stosowanie przeszkód.
 4. Praktyczne środki ochrony przy dotyku pośrednim:
 - wykonanie uziomu wyrównawczego – uziom otokowy lub gęste kraty umieszczone na niewielkiej głębokości pod stanowiskiem
 - pokrycie stanowiska warstwą izolacyjną – dla zwiększenia rezystancji przejścia między stopami i ziemią
 - wykonanie stanowiska przewodzącego – metalowa płyta lub krata połączona z dostępnymi częściami przewodzącymi
 - zastosowanie nieprzewodzących przegród – odseparowanie człowieka od części ziemionych
 - zastosowanie wstawek izolacyjnych.
 5. W elektroenergetycznych liniach napowietrznych WN głównym środkiem ochrony przy dotyku pośrednim jest uziemienie wykonane jako otok lub otoki ułożone na niewielkiej głębokości.
 6. Kompleksowe systemy ochrony przeciwporażeniowej dla budowy lub rozbioru zostały zawarte w standardzie szczegółowym 9.8 „Rozdzielnice budowlane (RB), przewody zasilające i kable”.
- #### E. Klasy ochronności urządzeń elektrycznych
1. Podawane są dla urządzeń elektrycznych i elektronicznych prądu przemiennego o napięciu międzyprzewodowym nieprzekraczającym 440 V i napięciu międzyfazą a ziemią nie wyższym niż 250 V.
 2. Oznaczenie klasą ochronności wskazuje środki, które zastosowane w instalacji elektrycznej zapewniają wymaganą ochronę przeciwporażeniową.
 3. Urządzenia elektryczne ze względu na zastosowany środek ochrony przeciwporażeniowej dzieli się na cztery klasy ochronności: 0, I, II, III.
 4. W urządzeniach klasy ochronności 0 ochronę przed porażeniem stanowi w zasadzie tylko izolacja podstawowa. Brak jest zacisku ochronnego (Rys. 5).

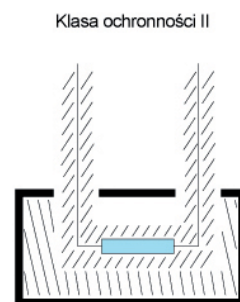


Izolacja podstawowa
Zacisk do przyłączenia
przewodu ochronnego

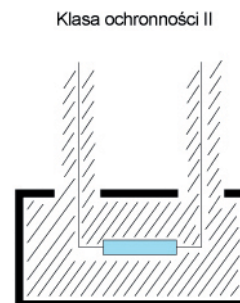
Rys.6 Klasa ochronności I



Izolacja podstawowa
Obudowa materiału
izolacyjnego pełniąc rolę
dodatkowej, brak zacisku
do przyłączenia przewodu
ochronnego



Izolacja podwójna
Obudowa z materiału
przewodzącego,
brak zacisku do przyłącza
przewodu ochronnego



Izolacja wzmocniona
(pojedyncza izolacja
podstawowa równoważna
podwójnej,
brak zacisku do przyłączenia
przewodu ochronnego

Rys. 7 Klasa ochronności II

5. W urządzeniach klasy ochronności I ochronę realizuje się poprzez połączenie przewodów PE lub PEN z zaciskami ochronnymi, przez co następuje:
 - szybkie zadziałanie zabezpieczeń przetężeniowych i wyłączenie zasilania lub
 - ograniczenie napięć dotykowych do wartości uznanych za bezpieczne (Rys. 6).
 6. W urządzeniach klasy ochronności II ochrona jest zapewniona przez fabryczne zastosowanie izolacji podwójnej lub wzmocnionej (Rys. 7, 8).
 7. W urządzeniach klasy ochronności III ochrona przeciwporażeniowa jest zapewniona przez zasilanie ich bardzo niskim napięciem (SELV lub PELV), mieszczącym się w zakresie napięcia bezpiecznego.
 8. Urządzenia każdej klasy ochronności są oznakowane odpowiednim symbolem graficznym (Rys. 9).
 9. Cechy urządzeń o różnych klasach ochronności podano w poniższej tabeli (Rys. 10).
3. Okresy między kolejnymi badaniami należy skracać w przypadkach, w których w zależności od warunków środowiskowych może wystąpić większe ryzyko eksploatacji urządzeń i instalacji elektrycznych.
 4. Do powyższych przypadków w szczególności należą:
 - miejsca pracy lub pomieszczenia, w których występuje ryzyko porażenia elektrycznego, pożaru lub wybuchu spowodowanego wpływem warunków środowiska na eksploatowane urządzenia i instalacje elektryczne
 - miejsca pracy lub pomieszczenia, w których znajdują się instalacje niskiego i wysokiego napięcia
 - obiekty gromadzące publiczność
 - tereny budowy
 - instalacje bezpieczeństwa np. oświetlenia awaryjnego.
 5. Po każdym badaniu okresowym instalacji należy sporządzić protokół.

Klasa ochronności	Cechy charakterystyczne	Wymagania szczegółowe ochrony przeciwporażeniowej	Zastosowanie	Symbol graficzny
0	Izolacja podstawowa, brak zacisku ochronnego	Środowisko bez uziemionych mas, zastosowanie izolowania stanowiska, zasilanie przez transformator separacyjny tylko jednego urządzenia	Urządzenia elektryczne w metalowej obudowie bez zacisku ochronnego	-
I	Izolacja podstawowa, zacisk ochronny	Przyłączenie części przywodzących dostępnych do przewodu ochronnego, zapewniające: - samoczynne wyłączenie zasilania - obniżenie napięcia dotykowego do napięcia bezpiecznego W niekorzystnych warunkach środowiskowych zastosowanie: - ochronnych połączeń wyrównawczych dodatkowych lub - ochrony uzupełniającej (wyłącznik różnicowoprądowy o $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$)	Urządzenia elektryczne w metalowej obudowie wyposażone w zacisk ochronny	
II	Izolacja podstawowa lub izolacja wzmocniona, brak zacisku ochronnego	Stosowanie we wszystkich warunkach, o ile szczegółowe postanowienia dotyczące określonych miejsc i pomieszczeń nie stanowią inaczej	Oznakowane symbolem Klasy II urządzenia, elektronarzędzia, sprzęt gospodarstwa domowego	
III	Bardzo niskie napięcie znamionowe, zasilanie z obwodu SELV lub PELV, brak zacisku ochronnego (może być PELV)	Stosowanie we wszystkich warunkach	Urządzenia elektryczne zasilane bardzo niskim napięciem z obwodów SELV lub PELV	

Rys. 10

F. Pomiary ochronne

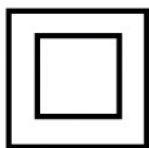
1. Częstość okresowego sprawdzania instalacji należy ustalać uwzględniając jej rodzaj, wyposażenie, zastosowanie, działanie, częstość i jakość konserwacji oraz wpływy zewnętrzne, jeśli jest na nie narażona.
2. Badanie instalacji elektrycznej i piorunochronnej w zakresie stanu sprawności połączeń, osprzętu, zabezpieczeń i środków ochrony od
 6. Dokumentacja powinna zawierać szczegóły dotyczące sprawdzanych części instalacji, opis oględzin – łącznie z wadami i usterkami oraz wyniki prób.
 7. Zgodnie z postanowieniem polskiej normy protokół z badań odbiorczych lub okresowych powinien zawierać informacje, które pozwolą powtórzyć badania oraz wyniki badań, wypływające z nich wnioski, a także dane identyfikacyjne osób, które badania wykonały.
 8. Główne informacje protokołu powinny dotyczyć:



Rys. 8 Legenda



Symbol klasy ochronności I



Symbol klasy ochronności II



Symbol klasy ochronności III

Rys.9 Klasa ochronności

- rodzaju i zakresu badań
 - lokalizacji obiektu, oznaczenia instalacji lub jej części (urządzenia), którą badano
 - zakresu wykonanych oględzin
 - oceny wyników oględzin
 - zastosowanych metod i przyrządów pomiarowych
 - zastosowanych kryteriów oceny wyników pomiarów
 - sposobu wykonania obliczeń niezbędnych do otrzymania wyników pomiarów wartości końcowych, służących do porównania z wartościami dopuszczalnymi
 - wyników pomiarów (najczęściej zestawionych w tabeli)
 - oceny wyników pomiarów
 - wniosków wytykających z oceny wyników pomiarów, oględzin i prób
 - daty i warunków wykonywanych pomiarów
 - daty następných badań okresowych
 - danych osobowych i danych identyfikacyjnych uprawnień osób wykonujących pomiary, oględziny, ocenę i formułujących wnioski wraz z podpisami tych osób.
9. Pomiary, oględziny i próby mogą wykonywać wyłącznie osoby posiadające wymagane świadectwa kwalifikacyjne, nabywane w trybie obowiązujących przepisów. Zostało to opisane w standardzie szczegółowym 4.2 „Polecenia na prace, kwalifikacje, uprawnienia”.
10. Kopie zapisu pomiarów skuteczności zabezpieczenia przed porażeniem prądem elektrycznym powinny znajdować się u kierownika budowy.
11. Okresowa kontrola stanu stacjonarnych urządzeń elektrycznych pod względem bezpieczeństwa powinna odbywać się co najmniej raz w miesiącu.
12. Kontrola stanu i odporności izolacji stacjonarnych urządzeń elektrycznych powinna odbywać się co najmniej dwa razy w roku, a także:
- przed uruchomieniem urządzenia po dokonaniu zmian i napraw części elektrycznych i mechanicznych
 - przed uruchomieniem urządzenia, które było nieczynne przez ponad miesiąc
 - przed uruchomieniem urządzenia po jego przemieszczeniu.
13. Okresy między kolejnymi przeglądami dla różnego rodzaju pomieszczeń określono w poniższej tabeli (Rys. 11):

Rodzaj pomieszczenia	Okres pomiędzy kolejnymi sprawdzeniami	
	Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej [nie rzadziej niż:]	Rezystancja izolacji instalacji [nie rzadziej niż:]
1. o wylieżach żrących	co 1 rok	co 1 rok
2. zagrożone wybuchem	co 1 rok	co 1 rok
3. na otwartej przestrzeni	co 1 rok	co 5 lat
4. wilgotne i bardzo wilgotne (o wilgotności wzgl. 75-100%)	co 1 rok	co 5 lat
5. gorące o temp. pow. ponad 35° C	co 5 lat	co 5 lat
6. zagrożone pożarem	co 5 lat	co 5 lat
7. stwarzające zagrożenie dla ludzi (ZL I, ZL II i ZL III)	co 5 lat	co 1 rok
8. zapyłone	co 5 lat	co 1 rok
9. pozostałe niewymienione	co 5 lat	co 5 lat

Rys. 11