

## ROZPORZĄDZENIE MINISTRA PRZEMYSŁU

z dnia 8 października 1990 r.

**w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej.**

Na podstawie art. 6 ust. 2 pkt 2 ustawy z dnia 24 października 1974 r. — Prawo budowlane (Dz. U. Nr 38, poz. 229, z 1981 r. Nr 12, poz. 57, z 1983 r. Nr 44, poz. 200 i 201, z 1984 r. Nr 35, poz. 185 i 186, z 1987 r. Nr 21, poz. 124, z 1988 r. Nr 41, poz. 324 i z 1990 r. Nr 34, poz. 198) zarządza się, co następuje:

## § 1. Ustala się:

- 1) warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1 kV w zakresie ochrony przeciwporażeniowej, stanowiące załącznik nr 1 do rozporządzenia,
- 2) warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV w zakresie ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej, stanowiące załącznik nr 2 do rozporządzenia.

§ 2. 1. Warunki techniczne, o których mowa w § 1, stosuje się przy budowie nowych oraz przy przebudowie i modernizacji istniejących urządzeń elektroenergetycznych, z wyjątkiem urządzeń:

- 1) w podziemiach kopalń i w nadziemnych obiektach budowlanych, związanych siecią elektroenergetyczną,
- 2) ruchomych, urabiających i zwałujących oraz przenośników taśmowych — w kopalniach odkrywkowych, składowiskach i kamieniołomach,
- 3) wojskowych polowych,
- 4) w sieci i podstacji trakcji elektrycznej kolejowej i miejskiej oraz taboru kolejowego i trakcji miejskiej,
- 5) zasilających i odbiorczych, znajdujących się w strefie oddziaływania trakcji elektrycznej kolejowej,
- 6) zasilających telekomunikacji, licząc od zacisków wejściowych siłowni zasilanych napięciem 220/380 V ze wspólnej sieci elektroenergetycznej,
- 7) na stanowiskach prób (pomiarów) w laboratoriach,
- 8) prądu stałego o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV,
- 9) jednostek pływających morskich i śródlądowych,
- 10) statków powietrznych,

11) pojazdów mechanicznych ruchu drogowego,

12) latarni morskich i znaków nawodnych.

2. Warunków technicznych, o których mowa w § 1, nie stosuje się do ochrony zwierząt przed porażeniem prądem elektrycznym.

§ 3. Warunki techniczne, o których mowa w § 1, nie mają zastosowania do urządzeń elektroenergetycznych, dla których założenia techniczno-ekonomiczne inwestycji lub dokumentacja jednostadiowa zostały zatwierdzone lub będą zatwierdzone w ciągu 3 miesięcy od dnia wejścia w życie rozporządzenia.

## § 4. Tracą moc:

- 1) rozporządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 30 stycznia 1976 r. w sprawie niektórych warunków technicznych, jakim powinna odpowiadać ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu do 1 kV (Dz. U. Nr 6, poz. 31),
- 2) zarządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 5 października 1966 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinna odpowiadać ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu wyższym niż 1 kV (Dziennik Budownictwa Nr 17, poz. 70),
- 3) zarządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 31 grudnia 1968 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinna odpowiadać ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu do 1 kV (Dziennik Budownictwa z 1969 r. Nr 4, poz. 13 i Nr 6, poz. 22, z 1971 r. Nr 4, poz. 14, Nr 7, poz. 28 i Nr 10, poz. 35, z 1974 r. Nr 3, poz. 6 oraz Dz. U. z 1976 r. Nr 6, poz. 31).

§ 5. Rozporządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Minister Przemysłu: *T. Syryjczyk*

Załączniki do rozporządzenia Ministra Przemysłu z dnia 8 października 1990 r. (poz. 473)

## Załącznik nr 1

## WARUNKI TECHNICZNE, JAKIM POWINNY ODPOWIADAĆ URZĄDZENIA ELEKTROENERGETYCZNE O NAPIĘCIU ZNAMIONOWYM NIE WYŻSZYM NIŻ 1 kV W ZAKRESIE OCHRONY PRZECIWPORAŻENIOWEJ

### I. Przepisy ogólne

§ 1. Użyte w niniejszym załączniku określenia oznaczają:

- 1) część czynna — żyłę przewodu lub inną część przewodzącą prąd elektryczny, znajdującą się w czasie normalnej pracy pod napięciem, w tym także przewód neutralny N, z wyjątkiem przewodu ochronno-neutralnego PEN,
- 2) części jednocześnie dostępne — części czynne, części przewodzące dostępne, części przewodzące obce, przewody ochronne, wyrównawcze i uziomy, które znajdują się w zasięgu ręki,
- 3) część przewodzącą dostępną — przedmiot przewodzący lub część przewodzącą urządzenia, znajdujące się w zasięgu ręki, oddzielone od części czynnych jedynie izolacją roboczą, mogące znaleźć się w warunkach zakłóceń pod napięciem,
- 4) część przewodząca obca — przedmiot przewodzący lub część przewodząca, nie będąca częścią urządzenia elektrycznego, mogące znaleźć się pod napięciem,
- 5) miejsce dostępne — miejsce, na które można wejść bez korzystania z przedmiotów pomocniczych, jak np. drabiny, słupolazy,
- 6) napięcie dotykowe — napięcie, które występuje w warunkach normalnych lub może pojawić się w warunkach zakłóceń między dwoma częściami jednocześnie dostępnymi, nie należącymi do obwodu elektrycznego,
- 7) ochrona przeciwporażeniowa podstawowa (ochrona przed dotykiem bezpośrednim) — ochronę zapobiegającą niebezpiecznym skutkom dotknięcia części czynnych,
- 8) ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa (ochrona przed dotykiem pośrednim) — ochronę zapobiegającą niebezpiecznym skutkom dotknięcia części przewodzących, dostępnych w wypadku pojawienia się na nich napięcia w warunkach zakłóceń,
- 9) przewód neutralny N — przewód roboczy wyprowadzony z neutralnego punktu układu sieciowego,
- 10) przewód ochronny PE — przewód stanowiący element zastosowanego środka ochrony przeciwporażeniowej, do którego przyłącza się części przewodzące dostępne i części przewodzące obce w celu objęcia ich ochroną przeciwporażeniową dodatkową,
- 11) przewód ochronno-neutralny PEN — przewód spełniający jednocześnie funkcję przewodu ochronnego PE i przewodu neutralnego N,
- 12) przewody skrajne — przewody fazowe przy prądzie przemiennym oraz przewody dodatni i ujemny przy prądzie stałym,
- 13) przewód uziomowy — przewód łączący uziom z przewodem ochronnym PE lub zaciskiem probierczym uziomowym,

- 14) stopień ochrony urządzeń IP2X, IP4X — stopnie ochrony urządzeń, dobrane według PN-79/E-08106 „Obudowy urządzeń elektroenergetycznych. Stopnie ochrony. Podział, wymagania i badania”,
- 15) zasięg ręki — dostępny wokół człowieka obszar w kształcie walca, o średnicy 2,5 m, rozciągający się 2,5 m ponad poziomem ustawienia stóp i 1,25 m poniżej tego poziomu.

§ 2. 1. Napięcie robocze lub dotykowe uważa się za bezpieczne, jeżeli w określonych warunkach środowiskowych nie przekracza wartości napięcia bezpiecznego  $U_L$  podanego w tabeli nr 1.

Tabela nr 1

| Lp. | Rodzaj prądu                               | Wartości napięcia bezpiecznego $U_L^{1)}$ , w woltach |                                      |
|-----|--|---|--------------------------------------|
|     |  | Warunki środowiskowe 1 <sup>2)</sup>                  | Warunki środowiskowe 2 <sup>3)</sup> |
| 1   | 2  | 3   | 4                                    |
| 1   | Prąd przemienny o częstotliwości 15—500 Hz | 50  | 25                                   |
| 2   | Prąd stały                                 | 120   | 60                                   |

<sup>1)</sup> Napięcie bezpieczne  $U_L$  jest to największa bezpieczna wartość napięcia roboczego lub dotykowego, utrzymująca się długotrwale w określonych warunkach oddziaływania otoczenia.

<sup>2)</sup> Warunki środowiskowe 1 są to takie warunki, w których rezystancja ciała ludzkiego w stosunku do ziemi wynosi co najmniej 1000  $\Omega$ .

<sup>3)</sup> Warunki środowiskowe 2 są to takie warunki, w których rezystancja ciała ludzkiego w stosunku do ziemi wynosi mniej niż 1000  $\Omega$ .

2. W wypadku występowania szczególnych warunków środowiskowych, np. zanurzenia ciała w wodzie, pracy wewnątrz zbiorników metalowych, należy zastosować niższe napięcia bezpieczne od podanych w tabeli nr 1, ustalone w drodze indywidualnej analizy zagrożenia porażeniem prądem elektrycznym.

§ 3. 1. W urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1 kV ochronę przeciwporażeniową należy zapewnić przez zastosowanie:

- 1) napięć bezpiecznych albo
- 2) ochrony przeciwporażeniowej podstawowej oraz co najmniej jednego z następujących środków ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej:
  - a) zerowania,
  - b) uziemienia ochronnego,
  - c) sieci ochronnej,
  - d) wyłączników przeciwporażeniowych różnicowo-prądowych,
  - e) separacji odbiorników,
  - f) izolacji stanowiska,
  - g) izolacji ochronnej.

## 2. Dopuszcza się:

- 1) niestosowanie ochrony przeciwporażeniowej:
  - a) w obwodach roboczych (głównych obwodach prądowych) urządzeń spawalniczych, elektrotermicznych i elektrochemicznych, jeżeli ochrona taka, ze względów technologicznych lub eksploatacyjnych, nie może być wykonana i zastosowano inne ochronne środki techniczne i organizacyjne, skutecznie ograniczające prawdopodobieństwo porażenia,
  - b) w urządzeniach laboratoryjnych, jeżeli przy użytkowaniu i obsłudze urządzeń są stale obecne co najmniej dwie osoby i jeżeli urządzenia te są zabezpieczone przed dostępem osób nie upoważnionych,
  - c) w urządzeniach iskrobezpiecznych,
- 2) zastosowanie innych technicznie uzasadnionych środków ochrony przeciwporażeniowej niż wymienione w niniejszym załączniku, jeżeli środki te zapewnią ochronę przeciwporażeniową w stopniu nie mniejszym niż środki określone w tym załączniku,
- 3) stosowanie w urządzeniach podlegających stałemu nadzorowi wyłączników przeciwporażeniowych w innych układach niż różnicowoprądowe, pod warunkiem że zapewnią one co najmniej taką samą skuteczność i zakres ochrony.

§ 4. Ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej można nie stosować do:

- 1) odcinków rur metalowych lub innych osłon przewodzących o długości do 2 m, zabezpieczających izolowane przewody przed uszkodzeniami mechanicznymi lub stanowiących przepusty przez ściany i stropy,
- 2) przepustów kablowych i przewodów oponowych,
- 3) uchwyty, obejmki, klamery i wieszaki metalowych, służących do zamocowania przewodów i kabli,
- 4) drobnych części metalowych, jak śruby i nity, przymocowanych do izolacyjnych części urządzenia,
- 5) metalowych płaszczy ochronnych rur izolacyjnych oraz przewodów płaszczykowych, zainstalowanych w pomieszczeniach o wilgotności względnej nie przekraczającej 75%,
- 6) metalowych osłon sprzętu instalacyjnego, np. łączników, gniazd wtyczkowych, puszek zaciskowych, opraw oświetleniowych i urządzeń znajdujących się w pomieszczeniach o wilgotności względnej nie przekraczającej 75% oraz z nieprzewodzącą podłogą lub stanowiskiem.
- 7) metalowych osłon liczników i innych przyrządów w układach taryfowych, zainstalowanych w urządzeniach odbiorczych nieprzemysłowych, oraz tablic metalowych, na których przyrządy te są umieszczone,
- 8) stojaków dachowych i przyściennych oraz części konstrukcyjnych, służących do ich zamocowania i uszczelnienia — niedostępnych z ziemi,
- 9) wsporników izolatorów linii napowietrznych i połączonych z nimi części metalowych — niedostępnych z ziemi.
- 10) słupów stalowych i żelbetowych, na których nie ma innych urządzeń elektroenergetycznych oprócz przewodów zawieszonych na izolatorach lub znajdują się, niedostępne z ziemi, urządzenia elektroenergetyczne, oddzielone od słupa izolacją dodatkową,

- 11) metalowych drzwi wejściowych do pomieszczeń dostępnych tylko dla osób upoważnionych, metalowych osłon złączy kablowych, tablic rozdzielczych i innych elementów osadzonych w ścianie z cegły lub z betonu,
- 12) metalowych ram okiennych i ościeżnic drzwiowych,
- 13) trzonów izolatorów,
- 14) metalowych konstrukcji wsporczych kabli i przewodów mających zewnętrzną powłokę izolacyjną, umieszczonych na wydzielonych trasach kopalni odkrywkowych,
- 15) pótek i wsporników kablowych.

§ 5. 1. Ochroną przeciwporażeniową należy obejmować całe urządzenia, z tym że dobór środków dla ich części lub poszczególnych urządzeń powinien być dostosowany do warunków środowiskowych i rodzaju urządzeń.

2. Przy doborze środków ochrony przeciwporażeniowej w danym obiekcie należy ograniczać ich różnorodność oraz zapobiegać możliwości występowania niepożądanych oddziaływań wzajemnych.

§ 6. 1. Instalowanie urządzeń elektroenergetycznych w budynku wymaga ułożenia przewodu wyrównawczego głównego lub zastosowania zacisku wyrównawczego łączącego ze sobą następujące części przewodzące, w celu wyrównania ich potencjałów:

- 1) przewody ochronne, uziemione przewody neutralne oraz wszystkie wprowadzone do budynku przewody uziomowe, połączone z uziomami naturalnymi i sztucznymi, w tym piorunochronne, jeżeli odrębne przepisy nie stanowią inaczej,
- 2) części przewodzące obce:
  - a) rurociągi wodne,
  - b) rurociągi gazowe,
  - c) rurociągi centralnego ogrzewania,
  - d) dostępne elementy metalowe konstrukcji budynku, tory jezdne suwnic, estakady,
  - e) elementy metalowe innych instalacji.

2. Dopuszcza się nieprzyłączanie do przewodów wyrównawczych głównych przewodów uziomowych, przyłączonych do uziomów roboczych, jeżeli połączenie to uniemożliwiłoby działanie uziomu roboczego zgodnie z przeznaczeniem.

## II. Urządzenia elektroenergetyczne o napięciu bezpiecznym

§ 7. 1. Urządzenia elektroenergetyczne o napięciu bezpiecznym powinny być zasilane z bezpiecznych źródeł o napięciu roboczym nie przekraczającym napięcia bezpiecznego  $U_L$  w określonych warunkach środowiskowych i powinny być oddzielone elektrycznie, w sposób pewny, od innych obwodów elektroenergetycznych.

2. Za bezpieczne źródła zasilania, o których mowa w ust. 1, uważa się:

- 1) transformatory bezpieczeństwa lub przetwornice bezpieczeństwa,
- 2) baterie akumulatorów i zespoły prądotwórcze, o napięciu roboczym nie przekraczającym wartości napięcia bezpiecznego  $U_L$ ,
- 3) urządzenia elektroniczne wykonane w taki sposób, aby w razie wewnętrznego uszkodzenia napięcie na zaciskach wyjściowych nie mogło przekroczyć wartości napięcia bezpiecznego  $U_L$ ; napięcie wyższe dopuszcza się

na zaciskach wyjściowych urządzenia elektronicznego pod warunkiem zapewnienia obniżenia tego napięcia w czasie określonym w tabeli nr 2 do wartości napięcia bezpiecznego przy dotyku części czynnej lub części przewodzącej dostępnej.

3. Urządzenia elektroniczne, o których mowa w ust. 2 pkt 3, nie mogą być zasilane z sieci napięcia wyższego od bezpiecznego napięcia  $U_L$  poprzez autotransformatory, prostowniki, półprzewodniki lub inne urządzenia nie zapewniające elektrycznego oddzielenia od tej sieci.

4. Przenośne transformatory bezpieczeństwa lub przetwornice bezpieczeństwa powinny być urządzeniami klasy ochronności II, w których ochrona przeciwporażeniowa jest zapewniona przez zastosowanie izolacji o parametrach ograniczających do minimum możliwość porażenia prądem elektrycznym.

§ 8. 1. W celu zapewnienia elektrycznego oddzielenia urządzeń o napięciu bezpiecznym od innych obwodów elektroenergetycznych, w urządzeniach tych:

- 1) nie należy:
  - a) uziemiać części czynnych i łączyć ich z częściami czynnymi i przewodami ochronnymi innych obwodów,
  - b) wykonywać połączeń części przewodzących dostępnych z ziemią lub z przewodami ochronnymi i częściami przewodzącymi dostępnymi innych instalacji oraz z częściami przewodzącymi obcymi,
- 2) należy układać przewody obwodów oddzielnie w stosunku do obwodów o wyższym napięciu.

2. Dopuszcza się:

- 1) wykorzystywanie dla obwodów o napięciu bezpiecznym żył w przewodach wielożyłowych, w których inne żyły są przeznaczone dla obwodów o wyższym napięciu, pod warunkiem izolowania obwodów o napięciu bezpiecznym do najwyższego napięcia przewidzianego w przewodzie wielożyłowym, lecz nie niższego niż 500 V,
- 2) uziemienie i stosowanie połączeń z przewodami ochronnymi innego urządzenia obwodów o napięciu bezpiecznym, służących wyłącznie do sygnalizacji, sterowania lub telekomunikacji.

§ 9. W razie konieczności ułożenia przewodów obwodów o napięciu bezpiecznym i przewodów obwodów o wyższych napięciach na wspólnych konstrukcjach przewodzących lub w sposób stykający się ze sobą, należy zastosować jedno z następujących rozwiązań:

- 1) przewody obwodu o napięciu bezpiecznym powinny być izolowane do najwyższego napięcia przewidzianego dla przewodów układanych na wspólnej konstrukcji przewodzącej lub obok siebie, lecz nie niższego niż 500 V, albo
- 2) przewody obwodu o napięciu bezpiecznym powinny być osłonięte dodatkowym, poza własną izolacją roboczą, nieprzewodzącym płaszczem, albo
- 3) przewody obwodów o wyższych napięciach powinny być osłonięte uziemionym płaszczem lub uziemionym przewodzącym ekranem.

§ 10. 1. Wtyczki i gniazda wtyczkowe zastosowane w obwodach o napięciu bezpiecznym powinny odpowiadać następującym warunkom:

- 1) wtyczki nie mogą pasować do gniazd wtyczkowych obwodów o innych napięciach,

- 2) gniazda wtyczkowe powinny uniemożliwiać przyłączenie wtyczek odbiorników o innych napięciach,
- 3) gniazda wtyczkowe nie mogą być wyposażone w zaciski do przyłączania przewodów ochronnych.

2. Jeżeli napięcie znamionowe urządzeń elektroenergetycznych o napięciu bezpiecznym jest wyższe niż 25 V prądu przemiennego lub 60 V prądu stałego, wszystkie części czynne powinny być chronione przez zastosowanie osłony lub izolacji roboczej wytrzymałej w czasie 60 s napięcie probiercze 500 V przy 50 Hz.

### III. Ochrona przeciwporażeniowa podstawowa

§ 11. Ochronę przeciwporażeniową podstawową urządzeń elektroenergetycznych o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1 kV należy wykonać przez zastosowanie co najmniej jednego z następujących środków:

- 1) w pomieszczeniach i na terenach z urządzeniami elektroenergetycznymi, dostępnymi tylko dla osób upoważnionych, oraz w pomieszczeniach przemysłowych i na zewnątrz budynków — izolacji roboczej, osłon, barier i ogrodzeń przenośnych lub umieszczenie części czynnych poza zasięgiem ręki,
- 2) w pomieszczeniach nie wymienionych w pkt 1 — izolacji roboczej lub osłon.

§ 12. 1. Izolacja robocza zastosowana jako środek ochrony przeciwporażeniowej podstawowej urządzeń elektroenergetycznych powinna pokrywać całkowicie części czynne i powinna być tak wykonana, aby była trwale odporna na występujące w czasie eksploatacji oddziaływania mechaniczne, chemiczne, elektryczne i cieplne, a usunięcie jej było możliwe tylko przez zniszczenie.

2. W wyrobach fabrycznych dopuszcza się wykonanie izolacji roboczej przez zastosowanie żywic izolacyjnych i lakierów, pod warunkiem spełnienia przez nie wszystkich wymagań stawianych materiałom izolacyjnym i przewodzenia w tym zakresie odpowiednich prób.

§ 13. 1. Osłony zastosowane jako środek ochrony przeciwporażeniowej podstawowej powinny mieć wystarczającą w warunkach eksploatacyjnych trwałość dla zachowania wymaganego stopnia ochrony i odpowiedniej odległości od części czynnych urządzeń elektroenergetycznych. Usunięcie osłon powinno być możliwe tylko z użyciem odpowiednich narzędzi.

2. Nieizolowane części czynne urządzeń elektroenergetycznych powinny znajdować się wewnątrz osłon o stopniu ochrony co najmniej IP2X. Dopuszcza się stosowanie osłon, poza ich częściami poziomymi, o stopniu ochrony niższym niż IP2X, pod warunkiem zastosowania napisów ostrzegawczych, lamp sygnalizacyjnych lub innych równorzędnych środków.

§ 14. 1. Bariery i ogrodzenia przenośne i inne podobne urządzenia, zastosowane jako środek ochrony przeciwporażeniowej podstawowej, powinny być tak wykonane, aby zapobiegały nie zamierzonemu dotknięciu części czynnych chronionych urządzeń elektroenergetycznych w razie konieczności usunięcia w czasie eksploatacji innych środków ochronnych.

2. Urządzenia, o których mowa w ust. 1, mogą być usuwane bez użycia narzędzi, z tym że powinny być zabezpieczone przed nie zamierzonym usunięciem i wyposażone w napisy ostrzegawcze.

§ 15. 1. Ochrona przeciwporażeniowa podstawowa, polegająca na umieszczeniu urządzeń elektroenergetycznych poza zasięgiem ręki, powinna być tak wykonana, aby w zasięgu ręki nie znajdowały się części jednocześnie dostępne o różnych potencjałach.

2. Jeżeli części jednocześnie dostępne o różnych potencjałach są oddzielone od siebie osłoną (siatką, ekranem) o niższym stopniu ochrony niż IP2X, to zasięg ręki powinien być określony bez jej uwzględnienia.

#### IV. Ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa

##### 1. Zerowanie

§ 16. 1. Zerowanie, jako środek ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej, polegający na połączeniu części przewodzących dostępnych z uziemionym przewodem ochronnym PE lub przewodem ochronno-neutralnym PEN i powodujący w warunkach zakłóceńowych samoczynne odłączenie zasilania, może być stosowane w urządzeniach prądu przemiennego o napięciu znamionowym nie przekraczającym 500 V i o układzie sieciowym TN, mającym punkt neutralny bezpośrednio uziemiony, a części przewodzące dostępne odbiorników mogą być połączone z tym punktem:

- 1) przewodem ochronnym PE (układ TN-S),
- 2) przewodem ochronno-neutralnym PEN (układ TN-C),
- 3) w części układu przewodem ochronnym PE, a w części układu przewodem ochronno-neutralnym PEN (układ TN-C-S).

2. Wszystkie części przewodzące dostępne powinny być przyłączone do przewodu ochronnego PE lub przewodu ochronno-neutralnego PEN sieci.

§ 17. 1. Charakterystyka urządzenia odłączającego napięcie i przekroje przewodów powinny być tak dobrane, aby w wypadku zwarcia pomiędzy przewodem skrajnym a przewodem ochronnym PE lub przewodem ochronno-neutralnym PEN albo częściami urządzeń objętych ochroną następowało samoczynne odłączenie zasilania w czasie nie dłuższym od podanego w tabeli nr 2, w zależności od napięcia pomiędzy przewodem skrajnym a ziemią i warunków środowiskowych.

Tabela nr 2

| Lp. | Napięcie pomiędzy przewodem skrajnym a ziemią, w voltach | Maksymalny czas odłączenia napięcia $T_{sr}$ , w sekundach |                                      |
|-----|--|--|--------------------------------------|
|     |  | Warunki środowiskowe 1 <sup>1)</sup>                       | Warunki środowiskowe 2 <sup>2)</sup> |
| 1   | 2  | 3  | 4                                    |
| 1   | 120  | 0,8  | 0,4                                  |
| 2   | 235  | 0,4  | 0,2                                  |
| 3   | 400  | 0,2  | 0,1                                  |
| 4   | 580  | 0,1  | 0,1                                  |

<sup>1)</sup> Warunki środowiskowe 1 są to takie warunki, w których rezystancja ciała ludzkiego w stosunku do ziemi wynosi co najmniej 1000  $\Omega$ .

<sup>2)</sup> Warunki środowiskowe 2 są to takie warunki, w których rezystancja ciała ludzkiego w stosunku do ziemi wynosi mniej niż 1000  $\Omega$ .

2. Jeżeli w urządzeniu lub jego części znajdują się części przewodzące dostępne, dla których warunki środowiskowe są odmienne, należy przyjmować maksymalny czas odłączenia napięcia, wymagany dla warunków środowiskowych 2.

3. Czas odłączenia napięcia dłuższy od podanego w tabeli nr 2, ale nie przekraczający 5 s, dopuszcza się:

- 1) w sieci rozdzielczej i liniach zasilających,
- 2) w obwodach odbiorczych, do których są przyłączone jedynie odbiorniki stałe, zasilanych z rozdzielnic:
  - a) do których nie są przyłączone obwody odbiorcze z odbiornikami wymagającymi odłączenia napięcia w czasie podanym w tabeli nr 2,
  - b) do których są przyłączone również inne obwody odbiorcze z odbiornikami wymagającymi odłączenia napięcia w czasie podanym w tabeli nr 2 pod warunkiem wykonania, w całej instalacji zasilanej z tej rozdzielnicy, połączeń wyrównawczych miejscowych.

4. Jeśli warunki określone w ust. 1—3 nie mogą być spełnione, należy zastosować inne środki ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej.

§ 18. 1. Wymagania dotyczące czasów samoczynnego odłączenia zasilania, o których mowa w § 17 ust. 1 i 3, uważa się za spełnione, gdy:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

gdzie:  $Z_s$  — impedancja pętli zwarciowej, w omach,  
 $I_a$  — wartość prądu, w amperach, zapewniająca samoczynne zadziałanie urządzenia odłączającego zasilanie w czasie określonym w tabeli nr 2 lub dla części instalacji, zgodnie z § 17 ust. 3, w czasie nie przekraczającym 5 s,

$U_o$  — napięcie pomiędzy przewodem skrajnym a ziemią, w voltach.

2. Impedancja pętli zwarciowej powinna być określona przez pomiary lub obliczona. Przy obliczaniu impedancji należy przyjąć, że rzeczywista impedancja jest o 25% większa od obliczonej, przy założeniu pełnego metalicznego zwarcia, z pominięciem impedancji zestyków, przekładników i innych elementów. Inną wartość niż obliczona w ten sposób można przyjąć po przeprowadzeniu badań lub gdy jest to technicznie uzasadnione.

3. W urządzeniach, w których dopuszczono samoczynne odłączenie zasilania w czasie nie przekraczającym 5 s (§ 17 ust. 3), wartość prądu  $I_n$  mającego spowodować to odłączenie powinna być większa od wartości obliczonej według wzoru:

$$I_a = k \times I_n$$

gdzie wartości  $k$  i  $I_n$  należy przyjmować zgodnie z tabelą nr 3 lub wyznaczyć indywidualnie z charakterystyk prądowoczasowych urządzeń wyłączających prąd zwarciowy.

Tabela nr 3

| Lp. | Urządzenie samoczynnie odłączające zasilanie  | Wartość współczynnika k  | Wartość prądu I <sub>n</sub>                          |
|-----|---|--|---|
| 1   | 2   | 3  | 4   |
| 1   | Bezpiecznik:<br>1) instalacyjny z wkładką topikową szybką:<br>a) na prąd znamionowy do 35 A<br>b) " " 40 do 100 A<br>c) " " 125 do 200 A<br>2) instalacyjny z wkładką topikową zwłoczną:<br>a) na prąd znamionowy do 16 A<br>b) " " 20 do 25 A<br>c) " " 32 do 63 A<br>d) " " 80 do 100 A<br>3) instalacyjny z wkładką topikową o działaniu szybkozwłocznym:<br>a) na prąd znamionowy do 50 A<br>b) " " 63 do 100 A<br>4) wielkiej mocy z wkładką topikową szybką:<br>a) na prąd znamionowy 25 A<br>b) " " 32 do 200 A<br>5) wielkiej mocy z wkładką topikową zwłoczną:<br>a) na prąd znamionowy do 10 A<br>b) " " 16 do 50 A<br>c) " " 63 do 100 A<br>d) " " 125 do 250 A<br>e) " " 400 do 500 A | 2,5<br>3,0<br>3,5<br>3,5<br>4,0<br>4,5<br>5,0<br>4,5<br>6,0<br>3,2<br>4,0<br>5,0<br>5,5<br>6,0<br>6,5<br>7,0 | prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej               |
| 2   | Wyłącznik zgodnie z normą PN/E-06150, wyposażony w wyzwalacze lub przekaźniki bezzwłoczne   | 1,2  | prąd nastawczy wyzwalacza lub przekaźnika zwarciovogo |
| 3   | Wyłącznik instalacyjny nadmiarowy zgodnie z normą PN/E-93002:   |  |   |
|     | 1) typ L:<br>a) na prąd znamionowy do 10 A<br>b) " " 16 do 25 A<br>c) " " 32 do 63 A<br>2) typ U:<br>a) na prąd znamionowy do 10 A<br>b) " " 16 do 25 A<br>c) " " 32 do 63 A<br>3) typ K<br>4) typ D  | 5,2<br>4,9<br>4,5<br>12,0<br>11,2<br>10,4<br>10,0<br>50,0  | prąd znamionowy wyłącznika                            |
| 4   | Wyłącznik przeciwporażeniowy różnicowoprądowy   | 1,2  | wyzwalający prąd różnicowy                            |

Objaśnienie: podane pod lp. 3 w rubryce 3 współczynniki k gwarantują zadziałanie (wylączenie) wyłącznika nadmiarowego instalacyjnego w czasie  $t \leq 0,1$  s.

§ 19. W szczególnych wypadkach, gdy może nastąpić bezpośrednie zwarcie przewodu skrajnego z ziemią, urządzenia elektroenergetyczne powinny być tak wykonane, aby przewód ochronny PE lub przewód ochronno-neutralny PEN i przyłączone do niego części przewodzące dostępne nie mogły osiągnąć napięcia względem ziemi przekraczającego wartość 50 V. Wymaganie to zostanie spełnione, jeżeli:

$$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50}{U_o - 50}$$

gdzie:

$R_B$  — rezystancja wszystkich połączonych równolegle uzio-  
mów, w omach,

$R_E$  — minimalna wartość rezystancji przy styku z ziemią  
części przewodzących obcych nie połączonych  
z przewodem ochronnym, poprzez które może na-

stąpić zwarcie pomiędzy przewodem skrajnym a ziemią; jeżeli wartość  $R_E$  nie jest znana, dopuszczalne jest przyjęcie tej wartości jako równej 10  $\Omega$ ,  
 $U_o$  — napięcie znamionowe pomiędzy przewodem skrajnym a ziemią, w woltach.

§ 20. 1. Przy zastosowaniu zerowania:

- 1) w przewodzie neutralnym N oraz ochronno-neutralnym PEN nie wolno umieszczać bezpiecznika lub jednobiegunowego łącznika,
- 2) można rozłączać wielobiegunowym łącznikiem wraz z przewodem skrajnym:
  - a) w stacji zasilającej — przewód neutralny N lub ochronno-neutralny PEN łącznikiem głównym transformatora lub prądnicy, jeżeli przez to nie zostanie odłączone od sieci uzziemienie robocze,
  - b) w urządzeniach odbiorczych — przewód neutralny.

2. Łącznik wielobiegunowy przerywający ciągłość przewodu neutralnego N lub ochronno-neutralnego PEN powinien spełniać jeden z następujących warunków:

- 1) przy odłączaniu — ciągłość przewodu neutralnego N lub ochronno-neutralnego PEN może ulec przerwaniu dopiero po rozłączeniu przewodów skrajnych, a przy włączeniu — ciągłość przewodu neutralnego N lub ochronno-neutralnego PEN powinna być przywrócona przed zetknięciem się styków przewodów skrajnych,
- 2) styki ruchome wszystkich biegunów łącznika powinny być sprzężone mechanicznie i poruszać się migowo, z szybkością niezależną od obsługi łącznika, a także zapewnić możliwie jednoczesne otwieranie lub zamykanie zestyków we wszystkich biegunach.

## 2. Uziemienie ochronne

§ 21. Uziemienie ochronne, jako środek ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej, polegający na połączeniu części przewodzących dostępnych z uziomami (uziome) i powodujący w warunkach zakłóceń samoczynne odłączenie zasilania, może być stosowane w urządzeniach prądu przemiennego i stałego, niezależnie od ich napięcia znamionowego, w układzie sieciowym:

- 1) TT — mającym punkt neutralny bezpośrednio uziemiony, a części przewodzące dostępne odbiorników połączone przewodami ochronnymi PE z uziomami (uziome), niezależnymi od uziomu roboczego,
- 2) IT — będącym układem sieciowym izolowanym w stosunku do ziemi lub mającym punkt neutralny uziemiony poprzez bezpiecznik iskiernikowy, a części przewodzące dostępne odbiorników połączone przewodami ochronnymi PE z uziomami (uziome).

§ 22. 1. Przy stosowaniu uziemienia ochronnego w układzie sieciowym TT:

- 1) części przewodzące dostępne powinny być pojedynczo lub grupowo połączone z uziome bezpośrednio lub za pomocą uziemionego przewodu ochronnego PE,
- 2) uziemienie powinno być tak dobrane, aby w razie zwarcia przewodu skrajnego z częścią przewodzącą dostępną powodowało samoczynne odłączenie w czasie określonym w tabeli nr 2, a dla sieci (instalacji) spełniających wymagania określone w § 17 ust. 3 — w czasie nie dłuższym niż 5 s.

2. Wymagania, o których mowa w ust. 1 pkt 2, uważa się za spełnione, jeżeli:

$$R_A \times I_a \leq U_L$$

gdzie:  $R_A$  — rezystancja uziemienia części przewodzących dostępnych, w omach,

$I_a$  — wartość prądu zapewniająca samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego, w amperach, wyznaczonego zgodnie z § 18,

$U_L$  — napięcie bezpieczne, w woltach.

3. Jeżeli w urządzeniu lub jego części znajdują się części przewodzące dostępne, dla których warunki oddziaływania otoczenia wymagają stosowania napięć bezpiecznych o różnych wartościach, należy przyjąć niższą wartość napięcia bezpiecznego.

4. Jeżeli dla poszczególnych urządzeń nie mogą być spełnione wymagania określone w ust. 2, to należy wykonać połączenie wyrównawcze miejscowe, łączące

wszystkie części przewodzące, jednocześnie dostępne urządzeń zainstalowanych na stałe, z węzłami przewodzącymi obcymi, w tym z elementami konstrukcji budowli, lub zastosować inne środki ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej.

§ 23. 1. W układach sieciowych IT urządzenia elektroenergetyczne mogą być izolowane od ziemi lub połączone z ziemią poprzez impedancję o dostatecznie wysokiej wartości. Połączenie to może być wykonane w punkcie neutralnym układu zasilania albo w sztucznym punkcie gwiazdowym.

2. Wszystkie części czynne powinny być izolowane od ziemi.

3. Części przewodzące dostępne powinny być uziemione pojedynczo, grupowo lub zbiorczo, a części przewodzące jednocześnie dostępne powinny być przyłączone do wspólnego uziemienia albo połączone ze sobą połączeniami wyrównawczymi miejscowymi i uziemione. Wartość rezystancji uziemienia oblicza się według wzoru:

$$R_A \times I_a \leq U_L$$

gdzie:  $R_A$  — rezystancja uziemienia części przewodzących dostępnych, w omach,

$I_a$  — wartość prądu pierwszego zwarcia, w amperach, pomiędzy przewodem skrajnym a częścią przewodzącą dostępną,

$U_L$  — napięcie bezpieczne, w woltach.

4. Jeżeli w urządzeniu lub jego części znajdują się części przewodzące dostępne, dla których warunki oddziaływania otoczenia wymagają stosowania napięć bezpiecznych o różnych wartościach, należy przyjąć niższą wartość napięcia bezpiecznego.

5. Urządzenia elektroenergetyczne powinny być wyposażone w urządzenia do kontroli stanu ich izolacji, sygnalizujące nadmierne zmniejszenie się rezystancji izolacji. Urządzenie to powinno uruchomić sygnał akustyczny lub optyczny.

6. W wypadku utrzymywania się w urządzeniu pierwszego zwarcia, drugie zwarcie powinno spowodować wyłączenie zasilania, jeżeli części przewodzące dostępne są uziemione:

- 1) pojedynczo lub w grupach, z zachowaniem wymagań określonych dla układu sieciowego TT,
- 2) zbiorczo, z zachowaniem wymagań określonych dla układu sieciowego TN.

## 3. Sieć ochronna

§ 24. 1. Sieć ochronna, jako środek ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej, polegający na połączeniu części przewodzących dostępnych i obcych z uziemioną siecią, wykonaną z przewodów ochronnych PE i połączeń wyrównawczych, może być stosowana w układach sieciowych TT w sieciach prądu przemiennego i stałego, niezależnie od ich napięcia znamionowego, zasilających odbiorniki stałe i ruchome, z wyjątkiem przeznaczonych do trzymania w rękę podczas ich użytkowania, jeżeli są spełnione jednocześnie następujące wymagania:

- 1) urządzenia są zasilane z osobnego transformatora, zespołu prądotwórczego lub baterii akumulatorów,
- 2) wszystkie części czynne są izolowane od ziemi,

- 3) części przewodzące dostępne są połączone z siecią uziemionych przewodów ochronnych,
- 4) znajdujące się w zasięgu ręki części przewodzące dostępne i części przewodzące obce są połączone ze sobą uziemionymi, miejscowymi przewodami wyrównawczymi,
- 5) urządzenia pozostające pod napięciem roboczym są zawsze dostępne dla stałej obsługi w sposób umożliwiający bezzwłoczne usuwanie każdego zwarcia doziemnego,
- 6) sieć robocza jest wyposażona w urządzenie do kontroli stanu izolacji, sygnalizujące wystąpienie znacznego zmniejszenia rezystancji izolacji i pozwalające ustalić, czy bezpiecznik iskiernikowy nie został przeбитy; urządzenie to powinno być przyłączone na stałe i powinno mieć impedancję nie mniejszą niż 15 kΩ.

2. Sieci ochronne można stosować w urządzeniach zasilających odbiorniki przeznaczone do trzymania w rękę podczas użytkowania w traktach operacyjnych oraz w oddziałach intensywnej opieki i reanimacji obiektów służby zdrowia.

§ 25. 1. Uziemienie robocze może być połączone z siecią ochronną. Wówczas wartość wypadkowa rezystancji uziemienia zmierzona w stacji zasilającej nie powinna być większa od wartości obliczonej według wzoru:

$$R_{uz} = \frac{U_L}{I_z}$$

gdzie:

- $R_{uz}$  — wypadkowa rezystancja uziemienia, w omach,  
 $U_L$  — napięcie bezpieczne, w woltach,  
 $I_z$  — wartość prądu zwarcia doziemnego, w amperach, w sieci wyższego napięcia, określona zgodnie z § 54 ust. 3.

2. Wartość rezystancji uziemienia sieci ochronnej nie połączonej z uziemieniem roboczym nie powinna przekraczać 20 Ω.

§ 26. Równolegle do bezpiecznika iskiernikowego uziemienia roboczego, przyłączonego do punktu neutralnego układu, można przyłączać na stałe następujące urządzenia:

- 1) boczniki o impedancji zapewniającej zwiększenie prądu ziemnozwarciowego do wartości ułatwiającej wykrycie miejsca utrzymania się zwarcia doziemnego, bez wywierania ujemnego wpływu na działanie zbocznikowanego bezpiecznika iskiernikowego,
- 2) przycisk o dostatecznej obciążalności, dopuszczającej krótkotrwałe zbocznikowanie bezpiecznika iskiernikowego, w celu wykrycia miejsca utrzymującego się zwarcia doziemnego.

§ 27. Sieć robocza urządzenia, w której zastosowano sieć ochronną, nie powinna mieć żadnego urządzenia dopuszczającego połączenie przewodów z innymi sieciami, z wyjątkiem sieci roboczych mających wspólną sieć ochronną.

§ 28. Przy zastosowaniu sieci ochronnej w urządzeniach obsługujących odbiorniki ruchome, z wyjątkiem przeznaczonych do trzymania w rękę podczas ich użytkowania, zasilane z zespołu prądowłórczego przewoźnego lub przenośnego o mocy do 25 kW i napięciu znamionowym nie przekraczającym 440 V:

- 1) wartość rezystancji uziemienia sieci ochronnej może być zwiększona do 100 Ω,
- 2) można nie stosować urządzeń kontrolujących stan izolacji, jeżeli podwójne zwarcie powstałe w dowolnych miejscach urządzenia jest samoczynnie odłączane przed upływem 1 s.

#### 4. Wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowoprądowe

§ 29. 1. Wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowoprądowe, jako środek ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej, wyposażony w człon pomiarowy różnicowoprądowy oraz w człon wyłączający, powodujący samoczynne odłączenie zasilania w warunkach wystąpienia nadmiernego prądu doziemnego, mogą być stosowane we wszystkich układach sieciowych (TN, TT i IT), niezależnie od ich napięcia znamionowego.

2. Prąd wyzwalający wyłącznika i rezystancja uziemienia części przewodzących dostępnych chronionego pojedynczego odbiornika lub grupy odbiorników powinny być tak dobrane, aby w warunkach zakłóceń nastąpiło samoczynne odłączenie zasilania w czasie określonym w tabeli nr 2. Wymaganie to uważa się za spełnione, jeżeli:

$$R_A \times I_a \leq U_L$$

- gdzie:  $R_A$  — rezystancja uziemienia części przewodzących dostępnych, w omach,  
 $I_a$  — wartość różnicowego prądu wyłączającego wyłącznik, w amperach, wyznaczona zgodnie z § 18,  
 $U_L$  — napięcie bezpieczne, w woltach.

§ 30. 1. Wyłącznik przeciwporażeniowy różnicowoprądowy powinien być tak dobrany i zainstalowany, aby:

- 1) zapewniał wyłączenie wszystkich przewodów skrajnych i przewodu neutralnego obwodu objętego ochroną,
- 2) na obwód magnetyczny urządzenia różnicowoprądowego oddziaływały wszystkie prądy płynące w przewodach skrajnych i neutralnych obwodu objętego ochroną; prąd płynący w przewodzie ochronnym nie powinien oddziaływać na obwód magnetyczny urządzenia,
- 3) suma wektorów prądów upływowych w normalnych warunkach pracy obwodu objętego ochroną była mniejsza od połowy różnicowego prądu powodującego wyłączenie wyłącznika.

2. Obwód chroniony wyłącznikiem przeciwporażeniowym różnicowoprądowym należy zabezpieczyć przed zakłóceniami powodowanymi przez przyłączone do niego kondensatory.

§ 31. 1. Wszystkie części przewodzące dostępne, chronione przez jeden wyłącznik przeciwporażeniowy różnicowoprądowy, powinny być dołączone do wspólnego uziemienia.

2. Dopuszcza się instalowanie wyłączników przeciwporażeniowych różnicowoprądowych bez zastosowania przewodu ochronnego, pod warunkiem że znamionowy różnicowy prąd powodujący wyłączenie wyłącznika nie przekracza 30 mA.

§ 32. 1. Przewody ochronne urządzenia zabezpieczonego wyłącznikiem przeciwporażeniowym różnicowoprądowym powinny być izolowane od takich przedmiotów przewodzących, które w wypadku pojawienia się na nich niebezpiecznego napięcia dotykowego mogą pozostawać pod napięciem nawet wówczas, gdy wyłącznik przeciwporażeniowy wyłączy urządzenie z sieci.



2. Przewody ochronne w sieci, w której zastosowano wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowoprądowe, nie powinny być połączone z przewodem neutralnym sieci zasilającej. Przewody te powinny być izolowane od części przewodzących obcych, stykających się lub narażonych na zetknięcie z przewodem neutralnym.

3. W rozległych układach przewodów ochronnych zaleca się uziemienie tych przewodów w kilku miejscach. Przewody ochronne kilku wyłączników przeciwporażeniowych różnicowoprądowych mogą być uziemione wspólnie.

§ 33. 1. Wszystkie przewody zasilające odbiorniki przez wyłącznik przeciwporażeniowy różnicowoprądowy powinny być izolowane.

2. Przewodów skrajnych i przewodów neutralnych nie należy uziemiać za wyłącznikiem ani łączyć z przewodem ochronnym za lub przed wyłącznikiem.

### 5. Separacja odbiorników

§ 34. 1. Separacja odbiorników, jako środek ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej, polegający na zasilaniu odbiornika lub grupy odbiorników za pomocą transformatora separacyjnego lub przetwornicy separacyjnej, może być stosowana w sieciach na napięcie znamionowe nie przekraczające 500 V przy prądzie przemiennym i 750 V przy prądzie stałym.

2. Napięcie znamionowe obwodu separowanego nie może przekraczać 500 V.

3. Separacja nie stanowi środka ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej, jeżeli została zastosowana do użytkowanego na stanowisku przewodzącym odbiornika ruchomego klasy ochronności 0, w którym ochrona przeciwporażeniowa jest zapewniona wyłącznie przez zastosowanie izolacji roboczej.

§ 35. 1. Obwód separowany powinien być zasilany przez transformator separacyjny lub przetwornicę separacyjną. Przenośne transformatory separacyjne i przetwornice separacyjne powinny być urządzeniami klasy ochronności II.

2. Obwodu separowanego i zasilanych z niego odbiorników nie wolno uziemiać, zerować lub łączyć z innym obwodem elektrycznym.

3. W obwodzie separowanym powinien być instalowany tylko jeden odbiornik. W obiektach o charakterze nieprzemysłowym dopuszcza się stosowanie większej liczby odbiorników, pod warunkiem że długość obwodu nie przekroczy 30 m.

4. Jeżeli obwód separowany zasila grupę odbiorników, ich dostępne części przewodzące powinny być ze sobą połączone za pomocą izolowanych, nie uziemionych miejscowych połączeń wyrównawczych. Przewody tych połączeń nie powinny być połączone z przewodami ochronnymi albo częściami przewodzącymi dostępnymi innych obwodów lub częściami przewodzącymi obcymi.

§ 36. 1. Jeżeli odbiornik jest użytkowany w ciasnym pomieszczeniu, to transformator separacyjny lub przetwornica separacyjna zasilająca powinny być ustawione na zewnątrz tego pomieszczenia.

2. W miejscach, w których odbiorniki separowane są stale użytkowane, zaleca się instalowanie na stałe transformatorów separacyjnych lub przetwornic separacyjnych.

### 6. Izolacja stanowiska

§ 37. 1. Izolacja stanowiska, jako środek ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej, polegający na izolowaniu stanowiska od ziemi i na wyrównaniu potencjałów części przewodzących obcych, dostępnych z tego stanowiska, może być stosowana do urządzeń prądu przemiennego i prądu stałego, niezależnie od ich napięcia znamionowego, w obrębie pomieszczeń suchych.

2. W miejscach zainstalowania urządzeń elektroenergetycznych rezystancja podłóg i ścian izolacyjnych powinna być nie mniejsza niż:

- 1) 50 k $\Omega$  — gdy napięcie znamionowe względem ziemi nie przekracza 500 V,
- 2) 100 k $\Omega$  — gdy napięcie znamionowe względem ziemi przekracza 500 V.

3. Materiał zastosowany w celu uzyskania wymaganej rezystancji stanowiska powinien mieć w warunkach użytkowania trwałe własności izolacyjne i mechaniczne. Stosowanie przenośnych środków izolacji stanowiska jest dopuszczalne tylko w pomieszczeniach dostępnych dla osób upoważnionych.

§ 38. 1. Urządzenia elektroenergetyczne znajdujące się na stanowisku powinny być zainstalowane na stałe. Dopuszcza się stosowanie urządzeń ruchomych, pod warunkiem określenia takiej powierzchni izolowanego stanowiska, aby przy każdym ich usytuowaniu były spełnione wymagania określone w ust. 4.

2. Części przewodzące obce, dostępne wyłącznie z izolowanego stanowiska i nie połączone metalicznie z częściami przewodzącymi obcymi, dostępnymi spoza izolowanego stanowiska, powinny być połączone miejscowymi przewodami wyrównawczymi.

3. Części przewodzące obce, dostępne również z innych stanowisk, powinny być zabezpieczone osłonami izolacyjnymi o stopniu ochrony co najmniej IP2X przed dotknięciem tych części z izolowanego stanowiska.

4. Izolowane stanowisko powinno mieć taką powierzchnię, aby części przewodzące obce wymienione w ust. 2 znajdowały się poza zasięgiem ręki z innych stanowisk.

### 7. Izolacja ochronna

§ 39. 1. Izolację ochronną, jako środek ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej, polegający na zastosowaniu izolacji o parametrach ograniczających do minimum możliwość porażenia prądem elektrycznym, stosuje się do fabrycznie produkowanych urządzeń i przyrządów przemiennoprądowych i stałoprądowych, niezależnie od ich napięcia znamionowego.

2. Do części przewodzących dostępnych, objętych izolacją ochronną, nie należy przyłączać przewodów ochronnych i wyrównawczych.

§ 40. Urządzenia klasy ochronności II, wykonane zgodnie z wymaganiami właściwych norm, uważa się za spełniające wymagania określone dla urządzeń z izolacją ochronną. Urządzenia te powinny być oznaczone symbolem  $\square$ .

§ 41. 1. Obudowa izolacyjna urządzeń elektroenergetycznych, zapewniająca równocześnie ochronę podstawową i dodatkową, powinna osłaniać części czynne i mieć stopień ochrony co najmniej IP2X. Obudowy przewodzące, pokryte lakierami, farbami, emaliami i innymi podobnymi powłokami, nie uważa się za ochronne obudowy izolacyjne.

2. Jeżeli przez obudowę izolacyjną mają przechodzić elementy mechaniczne, to powinny być one wykonane w taki sposób, aby bezpieczeństwo przeciwporażeniowe nie uległo pogorszeniu.

§ 42. 1. Otwarcie, usunięcie lub obluźnienie obudowy izolacyjnej urządzenia elektroenergetycznego powinno być możliwe tylko przy użyciu narzędzi. Po zdjęciu obudowy części czynne urządzenia powinny być zabezpieczone przed dotykiem bezpośrednim.

2. Jeżeli obudowa izolacyjna zawiera drzwiczki lub pokrywy, otwierane bez użycia narzędzi, to wszystkie części czynne, które mogą być dostępne po otwarciu drzwiczek lub zdjęciu pokrywy, powinny być chronione przez obudowę izolacyjną, utrudniającą przypadkowe dotknięcie tych części. Usunięcie tej obudowy powinno być możliwe jedynie przy użyciu narzędzi.

## V. Ochrona przeciwporażeniowa w pomieszczeniach przeznaczonych na stały pobyt ludzi oraz w ograniczonych przestrzeniach przewodzących

§ 43. 1. Do urządzeń elektroenergetycznych w pomieszczeniach przeznaczonych na stały pobyt ludzi o podłodze źle przewodzącej można nie stosować ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej. Ochrony tej można nie stosować także w wypadku, gdy w pomieszczeniach tych są zainstalowane metalowe, uziemione rury i grzejniki centralnego lub lokalnego ogrzewania i metalowe uziemione rury wodociągowe i gazowe.

2. Lokale w pomieszczeniach, o których mowa w ust. 1, powinny być wyposażone w odpowiednią liczbę gniazd wtyczkowych, tak rozmieszczonych, aby przy stosowaniu domowych odbiorników ruchomych powszechnego użytku nie zachodziła potrzeba używania przedłużaczy i wtyczek rozgałęźnych.

3. Zaleca się stosować odbiorniki i przyrządy ruchome klasy ochronności II.

§ 44. W kuchniach i łazienkach, a także w innych pomieszczeniach z wannami lub urządzeniami natryskowymi należy stosować ochronę przeciwporażeniową dodatkową, niezależnie od rodzaju podłogi.

§ 45. W łazienkach, a także w innych pomieszczeniach z wannami lub urządzeniami natryskowymi, ze względu na dopuszczalne rozmieszczenie wyposażenia elektrycznego, rozróżnia się następujące przestrzenie i powierzchnie ochronne:

- 1) wewnętrzną przestrzeń ochronną, rozciągającą się od podłogi do wysokości 2,25 m nad rzutem poziomym wanny i szczeliny oddzielającej od ściany albo nad niecką; jeżeli dno wanny znajduje się powyżej 0,15 m od poziomu podłogi, wysokość wewnętrznej przestrzeni ochronnej podlega odpowiedniemu zwiększeniu,
- 2) zewnętrzną przestrzeń ochronną o wysokości 2,25 m, otaczającą wewnętrzną przestrzeń ochronną o szerokości 0,6 m, jeżeli nie jest ograniczona do mniejszej szerokości ścianami,
- 3) powierzchnie ścian, podłogi i sufitu, przylegające do przestrzeni ochronnych, o których mowa w pkt 1 i 2.

§ 46. 1. W wewnętrznej przestrzeni ochronnej i na przylegających do niej powierzchniach można wyłącznie instalować:

- 1) włącznik elektryczny przymocowany i przyłączony na stałe,
- 2) przewody zasilające włącznik.

2. Jeżeli przy wannie ma znajdować się przycisk sygnalizacyjny, należy go umieścić nad wewnętrzną przestrzenią ochronną i zaopatrzyć w ściągno z materiału izolacyjnego. Jeżeli przestrzeń ochronna sięga sufitu, przycisk sygnalizacyjny może być umieszczony w górnej części tej przestrzeni.

§ 47. 1. W zewnętrznej przestrzeni ochronnej i na przylegających do niej powierzchniach ochronnych można wyłącznie instalować:

- 1) sprzęt dopuszczony do instalowania w wewnętrznej przestrzeni ochronnej,
- 2) oprawy oświetleniowe,
- 3) gniazdo wtyczkowe, zasilane za pomocą transformatora separacyjnego, umieszczonego poza przestrzenią ochronną,
- 4) przewody zasilające gniazda wtyczkowe i oprawy oświetleniowe oraz przechodzące do przestrzeni wewnętrznej, jeśli nie można ich ułożyć ponad przestrzenią zewnętrzną.

2. Jeżeli obwód, z którego zasilają się gniazda wtyczkowe, jest zabezpieczony wyłącznikiem przeciwporażeniowym różnicowoprądowym o prądzie wyzwalającym, nie przekraczającym 30 mA, nie stosuje się transformatora separacyjnego, o którym mowa w ust. 1 pkt 3.

§ 48. W łazience poza przestrzeniami ochronnymi można instalować dowolne urządzenia elektryczne oraz gniazda wtyczkowe w obudowie izolacyjnej ze stykiem ochronnym, a także łączniki i przyciski dzwonek w obudowie z materiału izolacyjnego.

§ 49. 1. W pomieszczeniu łazienki nie należy stosować przewodów i rurek izolacyjnych z płaszczem metalowym. Przewody powinny być prowadzone tylko poziomo lub pionowo. Trasy poziome powinny przebiegać nad przestrzenią ochronną lub w odległości nie większej niż 0,25 m od sufitu. Nie należy instalować osprzętu odgałęźnego lub rozgałęźnego.

2. Oprawy oświetleniowe nie powinny mieć dostępnych części z materiału przewodzącego, a źródła światła powinny być zabezpieczone przed bryzgami wody.

3. W każdej łazience zaleca się wykonanie miejscowego połączenia wyrównawczego, obejmującego części przewodzące dostępne i obce.

§ 50. Za ograniczone przestrzenie przewodzące uważa się takie przestrzenie, w których uziemione części przewodzące obce i dostępne znajdują się w takiej odległości, że przebywający w nich człowiek ma ograniczoną możliwość przerwania styku z tymi częściami.

§ 51. 1. Jako środki ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej dla urządzeń elektroenergetycznych w ograniczonych przestrzeniach przewodzących należy stosować:

- 1) dla narzędzi lub lamp przeznaczonych do trzymania w ręku podczas użytkowania:
  - a) napięcie bezpieczne  $U_L \leq 25$  V prądu przemiennego i  $U_L \leq 60$  V prądu stałego lub
  - b) elektryczną separację obwodów zasilających pojedyncze odbiorniki w klasie ochronności II,

2) dla wyposażenia zainstalowanego na stałe — zerowanie lub uziemienie ochronne przy napięciu bezpiecznym  $U_L \leq 25$  V prądu przemiennego lub  $U_L \leq 60$  V prądu stałego, z wykonaniem połączeń wyrównawczych miejscowych, łączących części przewodzące dostępne z częściami przewodzącymi obcymi.

2. Bezpieczne źródła zasilania powinny być umieszczone na zewnątrz ograniczonych przestrzeni przewodzących.

3. Jeżeli urządzenie wymaga zastosowania uziemienia roboczego, to należy wykonać połączenie wyrównawcze pomiędzy uziomem roboczym a każdą częścią przewodzącą, znajdującą się w ograniczonej przestrzeni przewodzącej.

## VI. Uziemienie robocze

§ 52. 1. Uziemienie robocze, które ma zapewnić prawidłową pracę urządzeń elektroenergetycznych w warunkach normalnych oraz ochronę przeciwporażeniową w warunkach zakłóceń, należy wykonać w sieci lub urządzeniu, jeżeli sieć ta lub urządzenie jest:

- 1) połączone z przewodami napowietrznymi bezpośrednio, przez transformator lub przetwornicę albo
- 2) zasilone z układu o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV.

2. Uziemienie robocze należy wykonać w każdej stacji zasilającej. Dodatkowe uziemienia robocze, niezależnie od uziemienia w każdej stacji zasilającej, należy wykonać:

- 1) w sieciach napowietrznych o układzie TN:
  - a) na końcu każdej linii i na końcu każdego odgałęzienia o długości większej niż 200 m,
  - b) na końcu każdego przyłącza o długości większej niż 100 m,
  - c) wzdłuż trasy linii tak, aby długość przewodu ochronnego pomiędzy uziemieniami roboczymi nie była większa niż 500 m,

2) w sieciach kablowych o układzie TN — w przyłączach każdego budynku.

3. Nie dopuszcza się stosowania uziemienia roboczego:

- 1) w obwodzie wtórnym transformatora separacyjnego lub przetwornicy separacyjnej,
- 2) w urządzeniu elektroenergetycznym o napięciu bezpiecznym.

§ 53. 1. W układzie sieciowym z dostępnym punktem neutralnym lub środkowym uziemienie robocze należy przyłączyć do tego punktu.

2. Uziemienie robocze w urządzeniu na prąd przemienny może być bezpośrednie lub otwarte z zastosowaniem bezpiecznika iskiernikowego. Uziemienie robocze powinno być bezpośrednie, jeżeli napięcie przewodu skrajnego względem ziemi ma być równe napięciu pomiędzy przewodem skrajnym a punktem neutralnym układu.

3. Uziemienie robocze w urządzeniu prądu stałego o napięciu znamionowym do 250 V powinno być wykonane jako otwarte z zastosowaniem bezpiecznika iskiernikowego; dla urządzeń telekomunikacyjnych można zastosować uziemienie robocze bezpośrednie.

§ 54. 1. Wartość rezystancji uziemienia roboczego, z wyjątkiem dodatkowych uziemień roboczych w sieci, nie powinna przekraczać 5  $\Omega$ .

2. Jeżeli urządzenie jest zasilane z sieci o wyższym napięciu, to wartość rezystancji uziemienia roboczego, z wyjątkiem dodatkowych uziemień roboczych w sieci, nie powinna przekraczać 5  $\Omega$  i wartości obliczonej według wzoru:

$$R_r \leq \frac{50}{I_z}$$

gdzie:

$R_r$  — wartość rezystancji uziemienia roboczego, w omach,  
 $I_z$  — wartość prądu zwarcia doziemnego w sieci wyższego napięcia, w amperach, wyznaczona zgodnie z ust. 3, z uwzględnieniem sytuacji, w której z obliczeń wynika większa wartość rezystancji uziemienia roboczego.

3. Wartość prądu zwarcia doziemnego, o którym mowa w ust. 2, należy przyjmować jako równą:

- 1) 2—5-krotnej wartości prądu znamionowego wkładki bezpiecznikowej, która powinna przerwać przepływ prądu doziemnego przez uziemienie robocze,
- 2) 1,2-krotnej wartości prądu nastawczego zabezpieczenia prądowego, które powinno przerwać przepływ prądu doziemnego przez uziemienie robocze,
- 3) wartości pojemnościowego prądu zwarcia doziemnego dla sieci zasilającej z izolowanym punktem neutralnym,
- 4) 20% wartości całkowitego pojemnościowego prądu zwarcia doziemnego dla sieci zasilającej z kompensacją prądu zwarcia doziemnego,
- 5) wartości początkowej składowej okresowej prądu zwarcia doziemnego dla sieci zasilającej z bezpośrednim lub o małej rezystancji połączeniem punktu neutralnego z ziemią, z wyjątkiem wypadków, w których jest dopuszczalne zwiększenie rezystancji uziemienia roboczego na zasadach określonych w załączniku nr 2 do rozporządzenia.

§ 55. Rezystancja poszczególnych dodatkowych uziemień roboczych nie powinna przekraczać 30  $\Omega$ , a w razie wykonywania ich w gruncie o rezystywności powyżej 500  $\Omega \cdot m$ , nie powinna przekraczać wartości obliczonej według wzoru:

$$\frac{\rho}{16}$$

gdzie:  $\rho$  — rezystywność gruntu, w omometrach.

## VII. Uziomy oraz przewody uziomowe, ochronne i wyrównawcze

### 1. Uziomy

§ 56. 1. W urządzeniach elektroenergetycznych należy wykorzystywać przede wszystkim uziomy naturalne oraz uziomy sztuczne innych obiektów. Nowe uziomy sztuczne należy wykonywać, gdy uziomy naturalne i istniejące uziomy sztuczne mają lub mogą mieć rezystancję uziemienia większą od wymaganej albo gdy ich wykorzystanie, ze względów technicznych, jest niemożliwe lub niecelowe.

2. W urządzeniach prądu stałego uziomy naturalne można wykorzystywać tylko wówczas, gdy prądy doziemne są krótkotrwałe i nie ma niebezpieczeństwa nadmiernego zwiększenia korozji urządzeń podziemnych, wykorzystywanych jako uziomy naturalne.

§ 57. 1. Jako uziomy naturalne należy wykorzystywać ułożone w ziemi metalowe konstrukcje i elementy urządzeń technologicznych i elektroenergetycznych oraz przewodzące fundamenty i ustoje urządzeń i budowli.

2. Jeżeli metalowe konstrukcje i elementy, o których mowa w ust. 1, znajdują się w środowisku zagrożonym wybuchem lub mogą być zdemontowane przed upływem okresu eksploatacji urządzeń ochrony przeciwporażeniowej, nie mogą być wykorzystane jako uziomy naturalne.

3. Części uziomów naturalnych, pomiędzy którymi może podczas eksploatacji wystąpić przerwa lub nadmierne powiększenie rezystancji połączeń, należy spawać lub połączyć przewodami obejściowymi (mostkującymi) o przekroju co najmniej równym przekrojowi przewodów uziemiających.

§ 58. 1. Do wykonania uziomów sztucznych należy stosować stal zwykłej jakości, o poprzecznych wymiarach, nie mniejszych od podanych w tabeli nr 4. W przypadku gruntów o agresywności korozyjnej powodującej zmniejszenie założonej trwałości uziomów ze stali, dopuszcza się wykonanie tych uziomów z miedzi.

Tabela nr 4

| Lp. | Rodzaj uziomu sztucznego | Dane wyrobu zastosowanego na uziom |                            | Najmniejsze dopuszczalne poprzeczne wymiary uziomu wykonanego ze stali <sup>1)</sup> , w milimetrach |                           |    |
|-----|--------------------------|------------------------------------|----------------------------|--|---------------------------|----|
|     |                          | Rodzaj wyrobu                      | Rodzaj wymiaru             | nieocynkowanej <sup>2)</sup>   | ocynkowanej <sup>3)</sup> |    |
| 1   | 2                        | 3                                  | 4                          | 5  | 6                         | 7  |
| 1   | Uziom poziomy            | taśmy                              | grubość znamionowa         | 5  | 4                         | 3  |
|     |                          |                                    | szerokość znamionowa       | 16   | 12                        | 20 |
|     |                          | druty                              | średnica znamionowa        | 7  | 5                         |    |
| 2   | Uziom pionowy            | pręty okrągłe                      | średnica znamionowa        | 8  | 6                         |    |
|     |                          | kształtowniki                      | grubość znamionowa ścianki | 5  | 4                         |    |
|     |                          | rury lekkie                        | średnica znamionowa        | 15   | 15                        |    |
|     |                          |                                    | grubość znamionowa ścianki | 2,75   | 2,75                      |    |
|     |                          | blacha                             | grubość znamionowa         | 4  | 3                         |    |

<sup>1)</sup> W wypadku stosowania miedzi, wymiary mogą być zmniejszone o 50%.

<sup>2)</sup> Jeżeli uziomy będą znajdowały się w środowisku powodującym zmniejszenie założonej trwałości, najmniejsze wymiary poprzeczne należy zwiększyć o 1 mm.

<sup>3)</sup> Grubość powłoki cynku powinna być nie mniejsza niż 40  $\mu\text{m}$ .

2. Do zabezpieczenia uziomów sztucznych przed korozją nie można stosować powłok nie przewodzących, jak asfalty i farby ochronne. Przepis ten nie dotyczy części uziomów sztucznych, znajdujących się na głębokości nie przekraczającej 0,2 m, oraz miejsc łączenia elementów uziomów i przewodów uziomowych.

3. Uziomy sztuczne pionowe powinny być zagłębione w gruncie w taki sposób, aby ich dolna krawędź znajdowała się na głębokości większej niż 2,5 m.

4. Uziomy sztuczne poziome powinny być ułożone na głębokości nie mniejszej niż 0,6 m w rowach lub bruzdach zasypanych gruntem bez kamieni, żwiru i gruzu. Należy unikać układania tych uziomów pod warstwą nie przepuszczającą wody, jak asfalt, beton.

5. Uziomy sztuczne nie mogą być umieszczane w korytach rzek, na dnie jezior lub stawów oraz zasypywane żużlem.

§ 59. 1. Rodzaj i sposób wykonania uziomów sztucznych powinny zapewniać rezystancję uziemienia nie wyższą od wymaganej, bez względu na wysuszenie lub przemrażenie gruntu.

2. Sztuczne zmniejszenie rezystancji uziemienia przez nasycenie gruntu środkami chemicznymi jest dopuszczalne tylko w razie trudności wykonania uziomów o wymaganej

rezystancji w gruncie naturalnym ze względu na ograniczoną powierzchnię lub rezystywność gruntu większą niż 1000  $\Omega \cdot \text{m}$ .

§ 60. 1. Uziemienia urządzeń stałoprądowych można łączyć z uziemieniami urządzeń przemiennoprądowych, jeżeli nie przewiduje się utrzymywania przepływu doziemnego prądów stałych.

2. Sposób łączenia uziemień urządzeń elektroenergetycznych z uziemieniami urządzeń ochrony odgromowej regulują odrębne przepisy.

3. Wszystkie uziemienia urządzeń elektroenergetycznych powinny być wspólne, z wyjątkiem wypadków, w których uziemienie wspólne wymagałoby większych nakładów niż wykonanie uziemień oddzielnych.

## 2. Przewody uziomowe

§ 61. 1. Przewody uziomowe należy wykonywać z taśm, drutu lub prętów, ze zwykłej stali chronionej przed korozją, o przekrojach poprzecznych nie mniejszych niż przekroje poprzeczne poziomych uziomów stalowych, określone w tabeli nr 4. Dopuszcza się przewody uziomowe z miedzi, jeżeli jest to uzasadnione agresywnością korozyjną środowiska lub względami techniczno-eksploatacyjnymi.

2. Przewody uziomowe wyprowadzone z gruntu w miejscach ogólnie dostępnych, wykonane z taśmy o grubości mniejszej niż 4 mm lub z drutu o średnicy mniejszej niż 8 mm, powinny być chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi do wysokości 1,5 m nad ziemią i do głębokości 0,2 m w ziemi.

3. Połączenie przewodu uziomowego z uziomem powinno być wykonane w sposób trwały pod względem elektrycznym i mechanicznym. Konduktancja połączenia nie może być mniejsza od konduktancji równoważnego odcinka przewodu.

§ 62. 1. Przewody uziomowe powinny być połączone z przewodami ochronnymi za pomocą zacisków probierczych, łatwo rozłączalnych przy użyciu narzędzi. Zacisków probierczych nie stosuje się, jeżeli rezystancję uziemienia uziomów można zmierzyć bez odłączenia przewodów ochronnych.

2. Zacisk probierczy powinien być umieszczony na wysokości nie mniejszej niż 0,3 m i nie większej niż 1,8 m od ziemi lub podłogi. W technicznie uzasadnionych wypadkach zacisk probierczy można umieścić na wysokości większej niż 1,8 m.

3. Zaciski probiercze powinny być odporne na korozję. Śruby stalowe powinny być ocynkowane lub w inny sposób zabezpieczone przed korozją.

### 3. Przewody ochronne

§ 63. 1. Przewody ochronne przyłączone do urządzeń elektroenergetycznych, zainstalowanych na stałe, lub do nieruchomych przedmiotów metalowych powinny być ułożone na stałe.

2. Przewody ochronne, które mają być ułożone obok siebie, można zastąpić wspólnym przewodem ochronnym.

3. Przewody ochronne, ułożone na stałe, powinny być wykonane ze stali, miedzi lub aluminium, a przewody ochronne ruchome — z miedzi lub aluminium o dostatecznej giętkości.

§ 64. 1. Przekroje przewodów ochronnych powinny być nie mniejsze od podanych w tabeli nr 5, z tym że:

- 1) przekrój przewodu ochronnego nie stanowiącego części przewodu wielożyłowego i nie tworzącego osłony przewodów nie może być mniejszy niż:
  - a) 2,5 mm<sup>2</sup> — przy zastosowaniu ochrony przewodu przed uszkodzeniami mechanicznymi,
  - b) 4 mm<sup>2</sup> — przy braku ochrony przewodu przed uszkodzeniami mechanicznymi,
- 2) przekrój przewodu pojedynczego (jednożyłowego), spełniającego funkcję przewodu ochronno-neutralnego PEN, zastosowanego w urządzeniach elektroenergetycznych, zainstalowanych na stałe, nie może być mniejszy niż 10 mm<sup>2</sup> w przypadku miedzi i 16 mm<sup>2</sup> w przypadku aluminium.

Tabela nr 5

| Przekrój (S) przewodów skrajnych instalacji*) w mm <sup>2</sup> | Najmniejszy dopuszczalny przekrój przewodów ochronnych w mm <sup>2</sup> |
|---|--|
| 1   | 2  |
| $S \leq 16$   | S  |
| $16 < S \leq 35$  | 16   |
| $S > 35$  | S/2  |

\*) Przekroje przewodów skrajnych są podane przy założeniu, że przewody ochronne i przewody skrajne są wykonane z tego samego materiału. W razie użycia różnych materiałów, przekrój przewodu ochronnego należy zastosować o takiej samej konduktancji.

2. Jako przewody ochronne mogą być wykorzystane:

- 1) żyły w kablach i przewodach wielożyłowych,
- 2) przewody izolowane lub gołe, we wspólnej obudowie z przewodami czynnymi,
- 3) przewody gołe lub izolowane, ułożone po wierzchu,
- 4) osłony metalowe przewodów i kabli (powłoki, pan-cerze),
- 5) metalowe konstrukcje osłonowe przewodów, pod warunkiem zachowania trwałego połączenia elektrycznego,
- 6) części przewodzące obce i części przewodzące dostępne, pod warunkiem że:
  - a) części te zostaną zabezpieczone przed demontażem,
  - b) ciągłość i jakość ich połączeń pod względem elektrycznym nie ulegnie pogorszeniu,
  - c) konduktancja części przewodzącej będzie co najmniej równa konduktancji przewodu ochronnego, ustalonej zgodnie z tabelą nr 5,
  - d) będzie zapewniona możliwość przyłączenia innych przewodów ochronnych w każdym niezbędnym miejscu.

3. Jako przewody ochronne nie mogą być wykorzystane w szczególności rurociągi i zbiorniki gorącej wody i innych płynów, pary i gazów, rynny i rury ściekowe, przewody wentylacyjne, tańcuchy, linki nośne linii przewodowych, szyny kolei i kolejek, ogrodzenia, balustrady i poręcze.

§ 65. Przewody ochronne powinny:

- 1) być odpowiednio zabezpieczone przed występującymi w miejscu ich ułożenia naprężeniami i uszkodzeniami mechanicznymi, szkodliwymi wpływami chemicznymi oraz występującymi siłami elektrodynamicznymi,
- 2) mieć połączenia tak wykonane, aby były dostępne w celu przeprowadzania badań lub kontroli i rozłączalne jedynie za pomocą narzędzi; wymagania te nie dotyczą połączeń zalanych tworzywem izolacyjnym lub zaprasowanych.

### 4. Przewody wyrównawcze

§ 66. Przewody wyrównawcze główne, ułożone w najniższej kondygnacji budynku, powinny mieć konduktancję nie mniejszą niż połowa konduktancji przewodu skrajnego linii zasilającej budynek, z tym że przekrój tych przewodów, wykonanych ze stali, powinien wynosić co najmniej 25 mm<sup>2</sup>. Dopuszcza się, aby przekrój przewodów wyrównawczych głównych, wykonanych ze stali, nie przekraczał 100 mm<sup>2</sup>.

§ 67. 1. Przewody połączeń wyrównawczych miejscowych, łączące części przewodzące dostępne z częściami przewodzącymi obcymi, powinny mieć przekrój nie mniejszy niż połowa przekroju odpowiedniego przewodu ochronnego.

2. Jako przewody połączeń wyrównawczych miejscowych mogą być wykorzystane części przewodzące obce, ułożone na stałe (konstrukcje maszyn i budowli, rurociągi).

## VIII. Przyłączanie odbiorników i innych urządzeń elektroenergetycznych

§ 68. Przy przyłączaniu przewodów do urządzeń elektroenergetycznych należy przestrzegać następujących warunków:

- 1) zewnętrzne warstwy ochronne przyłączonych przewodów powinny być usunięte tylko z tych części przewodu, które po przyłączeniu będą niedostępne,
- 2) metalowe osłony przewodów powinny być usunięte i zakończone w takich miejscach i w taki sposób, aby nie mogły zetknąć się z zaciskami lub żyłami roboczymi,
- 3) żyła przewodu powinna być pozbawiona izolacji tylko na długości niezbędnej do prawidłowego połączenia z zaciskiem,
- 4) koniec żyły wielodrutowej powinien być zabezpieczony przed możliwością oddzielenia się poszczególnych drutów lub skrętek przez oblutowanie, zastosowanie końcówek lub tulejek,
- 5) końce żył przewodów wprowadzonych do odbiornika, które nie zostały wykorzystane, powinny być unieruchomione i zaizolowane,
- 6) przewody do odbiorników i innych przyrządów stałych nie powinny przenosić napięcia na nie przystosowane do tego zaciski, a przewód ochronny powinien być dłuższy niż przewody skrajne,
- 7) jeżeli odbiornik lub inne urządzenie zainstalowane na stałe podlega drganiom lub wstrząsom, to przewody powinny być wprowadzone w sposób zapewniający dostateczną elastyczność i ruchliwość przyłączenia,
- 8) w razie stosowania ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej za pomocą przewodu ochronno-neutralnego PEN, przewód ten powinien być doprowadzony do zacisku ochronnego odbiornika, a następnie połączony z zaciskiem neutralnym odbiornika.

§ 69. 1. Odbiorniki i inne urządzenia ruchome należy przyłączać giętkimi wielożyłowymi przewodami izolowanymi o budowie odpornej na uszkodzenia mechaniczne. Przewody te należy wprowadzać do odbiornika w taki sposób, aby nie mogły ulec skręceniu i nie przenosiły napięcia na zaciski.

2. Odbiorniki ruchome należy przyłączać przewodem z oddzielną żyłą ochronną o przekroju odpowiadającym wymaganiom określonym w tabeli nr 5.

3. Przewód ochronno-neutralny PEN może być stosowany w przewodach ruchomych, przyłączanych do odbiorników lub innych urządzeń, pod warunkiem że:

- 1) ma on przekrój nie mniejszy niż 16 mm<sup>2</sup> w przypadku żył miedzianych i 25 mm<sup>2</sup> w przypadku żył aluminiowych,
- 2) przewód ma wtyczkę nie dopuszczającą zmiany biegunowości żył przy wprowadzeniu jej do gniazda wtyczkowego, a w przypadku przewodu dwustronnie rozłączalnego — również nasadkę spełniającą ten warunek,
- 3) przewód ochronno-neutralny PEN jest połączony ze stykiem ochronnym w nasadce, a w przypadku przewodu jednostronnie rozłączalnego — z zaciskiem ochronnym przyłączonego odbiornika lub urządzenia.

§ 70. 1. Wtyczek i nasadek ze stykiem ochronnym nie należy przyłączać do przewodu nie zawierającego żyły ochronnej.

2. Gniazd wtyczkowych ze stykiem ochronnym nie należy instalować bez jednoczesnego połączenia tego styku z przewodem ułożonym na stałe.

## Załącznik nr 2

### WARUNKI TECHNICZNE, JAKIM POWINNY ODPOWIADAĆ URZĄDZENIA ELEKTROENERGETYCZNE O NAPIĘCIU ZNAMIONOWYM WYŻSZYM NIŻ 1 kV W ZAKRESIE OCHRONY PRZECIWPORAŻENIOWEJ DODATKOWEJ

#### I. Przepisy ogólne

§ 1. Użyte w niniejszym załączniku określenia oznaczają:

- 1) części dostępne — przedmioty lub części urządzeń znajdujące się w nie osłoniętym przegrodami obszarze tworzącym dookoła człowieka walec o średnicy 2,5 m, rozciągający się 2,5 m ponad poziomem ustawienia stóp i 1,25 m poniżej tego poziomu,
- 2) miejsce dostępne — miejsce, na które można wejść bez korzystania z przedmiotów pomocniczych, jak np. drabiny, słupolazy,
- 3) miejsca wydzielone dla celów elektroenergetycznych — pomieszczenia i tereny z urządzeniami elektroenergetycznymi, dostępne tylko dla osób upoważnionych,
- 4) napięcie dotykowe — napięcie, które występuje w warunkach normalnych lub może pojawić się w warunkach zakłóceń między dwoma częściami jednocześnie dostępnymi, nie należącymi do obwodu elektroenergetycznego,
- 5) napięcie rażeniowe dotykowe — spadek napięcia na

ciele człowieka podczas przepływu prądu wywołanego napięciem dotykowym,

- 6) napięcie uziomowe — napięcie występujące na uziomie (układzie uziomowym), wywołane prądem uziomowym względem dowolnego punktu wierzchniej warstwy gruntu, którego potencjał nie zależy od wartości prądu uziomowego,
- 7) ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa — zespół środków zapobiegających wystąpieniu wyższych niż dopuszczalne napięć rażeniowych dotykowych, które mogą powstać na skutek pojawienia się napięcia na przewodzących częściach, nie należących do obwodu elektrycznego,
- 8) prąd uziomowy — część prądu jednofazowego zwarcia doziemnego, spływająca z uziomu bezpośrednio do ziemi.

§ 2. 1. W urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV ochronę przeciwporażeniową dodatkową należy stosować, jeżeli urządzenia te mogą spowodować wystąpienie zagrożenia porażeniowego w miejscach określonych w tabeli nr 1.

Tabela nr 1

| Lp. | Miejsce występowania zagrożenia porażeniowego   | Wymagane stopnie ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej |
|-----|---|---|
| 1   | 2   | 3   |
| 1   | <p>W miejscach nie wydzielonych do celów elektroenergetycznych, obejmujących:</p> <p>1) budynki, podwórza, stadiony i boiska sportowe, kąpieliska, plaże, kempingi, biwaki, zakłady przemysłowe, place, ogródki, stacje kolejowe, tereny należące do szkół, przedszkoli i internatów szkolnych oraz tereny przeznaczone do ruchu pieszego i kołowego, takie jak drogi publiczne, ścieżki holownicze, ścieżki do zabudowań mieszkalnych, obiektów użyteczności publicznej, zakładów przemysłowych, obiektów sportowych, obiektów elektroenergetycznych<sup>1)</sup>,</p> <p>2) pasy o szerokości 10 m, przylegające do miejsc wymienionych w pkt 1 i miejsc wydzielonych do celów elektroenergetycznych oraz stanowiska obsługi urządzeń elektroenergetycznych, usytuowane poza miejscami wymienionymi w pkt 1,</p> <p>3) pasy o szerokości 10 m, przylegające do miejsc wymienionych w pkt 2, jeżeli zagrożenie porażeniowe jest wywołane pojawieniem się napięcia na przewodzących częściach nie będących elementami słupów elektroenergetycznych linii napowietrznych z przewodami odgromowymi.</p> | 1   |
|     |   | 2   |
|     |   | 2   |
| 2   | <p>W miejscach wydzielonych do celów elektroenergetycznych, obejmujących:</p> <p>1) pomieszczenia, w których występują:</p> <p>a) czynniki wpływające na zmniejszenie odporności organizmu ludzkiego na działanie napięcia (duża wilgotność, wysoka temperatura, skrępowanie swobody ruchów i pozycji podczas pracy) lub</p> <p>b) uziemione podłogi wykonane z materiałów przewodzących, nie połączone metalicznie z częściami urządzeń i konstrukcji, na których mogą występować napięcia dotykowe,</p> <p>2) stanowiska, na których są wykonywane czynności łączeniowe, remontowo-montażowe i inne,</p> <p>3) drogi ruchu wewnętrznego i przejścia,</p> <p>4) pomieszczenia rozdzielni i nastawni,</p> <p>5) pasy o szerokości 3 m przylegające do ogrodzenia zewnętrznego wydzielonego terenu,</p> <p>6) pomieszczenia i tereny nie wymienione w pkt 1—5</p>  | 1   |
|     |   | 2 <sup>2)</sup>   |

<sup>1)</sup> Dróg polnych i leśnych oraz ścieżek o małym natężeniu ruchu, znajdujących się poza terenami wymienionymi w lp. 1 pkt 1 i 2, nie uważa się za przeznaczone do ruchu pieszego i kołowego.

<sup>2)</sup> W wypadkach technicznie uzasadnionych dopuszcza się zastosowanie napięć rażeniowych dotykowych trzykrotnie wyższych od napięć określonych dla stopnia ochrony przeciwporażeniowej 1 pod warunkiem używania przez personel obsługujący elektroizolacyjny sprzęt ochrony osobistej i umieszczenia przy wejściach na te tereny odpowiednich tablic ostrzegawczych.

2. Zagrożenie porażeniowe, o którym mowa w ust. 1, może wystąpić, gdy na częściach przewodzących, nie należących do obwodu elektroenergetycznego, pojawią się napięcia rażeniowe dotykowe wyższe od napięć dopuszczalnych, określonych w tabeli nr 2.

Tabela nr 2

| Lp. | Czas rażenia w sekundach | Dopuszczalne wartości napięć rażeniowych dotykowych, w voltach przy stopniu ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej: |     |
|-----|--------------------------|---|-----|
|     |                          | 1   | 2   |
| 1   | 2                        | 3   | 4   |
| 1   | 0,1                      | 390   | 780 |
| 2   | 0,2                      | 330   | 660 |
| 3   | 0,3                      | 275   | 550 |
| 4   | 0,4                      | 235   | 470 |
| 5   | 0,5                      | 205   | 410 |
| 6   | 0,6                      | 180   | 360 |
| 7   | 0,7                      | 160   | 320 |

| 1  | 2        | 3   | 4   |
|----|----------|-----|-----|
| 8  | 0,8      | 145 | 290 |
| 9  | 0,9      | 135 | 270 |
| 10 | 1,0      | 125 | 250 |
| 11 | 1,2      | 112 | 224 |
| 12 | 1,4      | 102 | 204 |
| 13 | 1,6      | 94  | 188 |
| 14 | 1,8      | 88  | 176 |
| 15 | 2,0      | 84  | 168 |
| 16 | 2,5      | 76  | 152 |
| 17 | 3,0      | 71  | 142 |
| 18 | 3,5      | 68  | 136 |
| 19 | 4,0      | 66  | 132 |
| 20 | 5,0      | 65  | 130 |
|    | i więcej |     |     |

3. Czas trwania rażenia należy przyjmować jako równy czasowi trwania jednofazowego zwarcia doziemnego powodującego wystąpienie zagrożenia porażeniowego, przy czym:

- 1) w urządzeniach elektroenergetycznych, w których zastosowano samoczynne wyłączenie zwarć doziemnych, za czas trwania jednofazowego zwarcia doziemnego należy przyjmować sumę czasu działania zabezpieczeń podstawowych i najdłuższego czasu wyłączenia łączników działających przy zwarciach,
  - 2) w razie zastosowania automatyki do samoczynnego ponownego załączania (SPZ) o czasie prądowym krótszym niż 3 s, czasy prądowe należy sumować.
4. Nie wymaga się ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej:
- 1) w urządzeniach elektroenergetycznych, mogących spowodować zagrożenie porażeniowe w miejscach znajdujących się wyłącznie poza terenami określonymi w tabeli nr 1,
  - 2) w elektroenergetycznych liniach napowietrznych ze zwiększoną co najmniej o 25% wytrzymałością elektryczną izolacji przewodów roboczych w stosunku do wytrzymałości wynikającej z napięcia znamionowego, jeżeli:
    - a) zwiększona wytrzymałość elektryczna izolacji będzie zastosowana na tyłu słupach, że przy zwarciu przewodu roboczego z konstrukcją dowolnego słupa bez wzmocnionej izolacji napięcia rażeniowe na stanowiskach słupów znajdujących się w miejscach określonych w tabeli nr 1 nie przekroczą dopuszczalnych dla nich wartości, albo
    - b) przewody odgromowe będą odizolowane od konstrukcji słupów znajdujących się w miejscach określonych w tabeli nr 1,
  - 3) dla słupów elektroenergetycznych linii napowietrznych o napięciu znamionowym 110 kV i wyższym, nie wyposażonych w aparaturę elektryczną, usytuowanych poza terenami kąpielisk, plaży, kempingów, biwaków, stadionów i boisk sportowych oraz poza terenami należącymi do szkół, przedszkoli i internatów szkolnych.
- § 3. Przy doborze i sprawdzaniu skuteczności ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej należy przyjmować taki układ połączeń urządzeń elektroenergetycznych, w którym spodziewany prąd jednofazowego zwarcia doziemnego spowoduje największe wartości napięć rażeniowych. W zależności od sposobu pracy punktu neutralnego sieci elektroenergetycznej, za wartość spodziewanego prądu jednofazowego zwarcia doziemnego należy przyjmować:
- 1) w sieci elektroenergetycznej z bezpośrednio uziemionym punktem neutralnym — największą wartość początkową składowej okresowej prądu jednofazowego zwarcia doziemnego,
  - 2) w sieci elektroenergetycznej z izolowanym punktem neutralnym — największą wartość pojemnościowego prądu jednofazowego zwarcia doziemnego,
  - 3) w sieci elektroenergetycznej z uziemionym punktem neutralnym przez rezystor — największą wartość prądu jednofazowego zwarcia doziemnego, uwzględniając składową czynną i bierną prądu zwarcia,
  - 4) w sieci elektroenergetycznej z kompensacją prądu zwarcia doziemnego:
    - a) 20% największej wartości pojemnościowego prądu jednofazowego zwarcia doziemnego występującego bez kompensacji, jeżeli urządzenie stwarzające zagrożenie porażeniowe nie jest połączone z urządzeniami kompensującymi,
    - b) wartość prądu znamionowego urządzenia kompensującego, lecz nie mniej niż 20% największej wartości pojemnościowego prądu jednofazowego zwarcia doziemnego, występującego bez kompensacji, jeżeli urządzenie stwarzające zagrożenie porażeniowe jest połączone z urządzeniem kompensującym,
    - c) wartość większą z następujących wartości:
      - pojemnościowego prądu jednofazowego zwarcia doziemnego wyznaczonego dla niekompensowanej, odłączonej części sieci elektroenergetycznej,
      - 20% największej wartości pojemnościowego prądu jednofazowego zwarcia doziemnego przy łączonych częściach sieci elektroenergetycznej bez kompensacji, jeżeli urządzenie stwarzające zagrożenie porażeniowe pracuje w części sieci elektroenergetycznej, która ze względów eksploatacyjnych może być odłączona od urządzeń kompensujących.
- § 4. 1. W urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, o których mowa w § 2 ust. 1, ochronę przeciwporażeniową dodatkową należy wykonać przez zastosowanie uzemień ochronnych, polegających na uziemieniu części przewodzących, nie należących do obwodu elektroenergetycznego.
2. W wypadkach technicznie uzasadnionych można, dla zmniejszenia zagrożenia porażeniowego, stosować, łącznie z uziemieniem ochronnym, uzupełniające środki ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej w postaci:
- 1) izolacji stanowisk,
  - 2) powłok elektroizolacyjnych,
  - 3) wstawek izolacyjnych w elementach przewodzących,
  - 4) ogrodzeń.
3. Przy stosowaniu uzupełniających środków ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej należy, ze względów eksploatacyjnych, ograniczać ich różnorodność w jednym obiekcie.
4. Przy stosowaniu uzemień ochronnych należy uziemić następujące części urządzeń:
- 1) obudowy, osłony, kadłuby i podstawy maszyn elektrycznych, transformatorów, łączników i innych urządzeń,
  - 2) elementy napędów i urządzeń pomocniczych do obsługi urządzeń rozdzielczych, jeżeli nie mają połączeń z częściami uziemionymi, spełniających wymagania stawiane elementom uziemienia,
  - 3) stanowiska obsługi, pomosty montażowe i drabiny zamocowane na stałe,
  - 4) konstrukcje i osłony rozdzielnic,
  - 5) konstrukcje stacji elektroenergetycznych,
  - 6) słupy i inne konstrukcje wsporcze elektroenergetycznych linii napowietrznych ze stali lub betonu zbrojonego,
  - 7) uzwojenia wtórne przekładników, jeżeli odrębne przepisy nie stanowią inaczej,
  - 8) głowice kablowe, powłoki, pancerze i żyły powrotne kabli oraz osłony przewodów,
  - 9) ogrodzenia, bariery i osłony ochronne, zainstalowane na stałe,
  - 10) podstawy izolatorów zamocowanych na nie uziemionych konstrukcjach,
  - 11) rurociągi.



5. Przepis ust. 4:

- 1) stosuje się również do części budowli i urządzeń technologicznych, jeżeli może na nich wystąpić napięcie wskutek uszkodzenia urządzeń elektroenergetycznych lub oddziaływania pola elektrycznego,
- 2) nie ma zastosowania do:
  - a) ruchomych lub zdejmowanych drzwi, barier, ogrodzeń i osłon, posiadających co najmniej dwa przewodzące umocowania na uziemionych konstrukcjach,
  - b) metalowych obudów, kanałów i konstrukcji wsporczych, na których są ułożone kable z uziemionymi zewnętrznymi pancerzami lub metalowymi powłokami,
  - c) zbrojeń betonowych konstrukcji wsporczych z zainstalowanymi na nich urządzeniami o napięciu znamionowym wyższym niż 1kV, uziemionymi za pomocą oddzielnych przewodów uziemiających.

## II. Uziemienie ochronne

### 1. Uziomy

§ 5. 1. W urządzeniach elektroenergetycznych należy wykorzystywać przede wszystkim uziomy naturalne oraz uziomy sztuczne innych obiektów, w tym uziomy słupów elektroenergetycznych linii napowietrznych połączonych przewodem odgromowym. Nowe uziomy sztuczne należy stosować wówczas, gdy uziomy naturalne i istniejące uziomy sztuczne nie zapewniają wymaganego stopnia ochrony przeciwporażeniowej albo gdy ich wykorzystanie, ze względów technicznych, jest niemożliwe lub niecelowe.

2. Przy stosowaniu uziemień ochronnych w miejscach wydzielonych do celów elektroenergetycznych uziomy naturalne i uziomy sztuczne z elementami usytuowanymi poza tymi miejscami mogą być wykorzystane tylko wówczas, gdy elementy te nie spowodują wystąpienia poza miejscem wydzielonym napięć rażeniowych, przekraczających wartości dopuszczalne.

§ 6. 1. Jako uziomy naturalne należy wykorzystywać ułożone w ziemi metalowe konstrukcje i elementy urządzeń technologicznych i elektroenergetycznych oraz przewodzące fundamenty i ustoje tych urządzeń i budowli.

2. Jeżeli metalowe konstrukcje i elementy, o których mowa w ust. 1, znajdują się w środowisku zagrożonym wybuchem lub mają być zdemontowane przed upływem okresu eksploatacji uziemienia, nie mogą być wykorzystane jako uziomy naturalne.

3. Części uziomów naturalnych, pomiędzy którymi może podczas eksploatacji wystąpić przerwa lub nadmierne powiększenie rezystancji połączeń, należy spawać lub połączyć przewodami obejściowymi (mostkującymi), o przekroju co najmniej równym przekrojowi przewodów uziemiających.

§ 7. 1. Do wykonania uziomów sztucznych należy stosować stal zwykłej jakości, nieocynkowaną lub ocynkowaną. W przypadku gruntów o agresywności korozyjnej, powodującej zmniejszenie założonej trwałości uziomów ze stali, dopuszcza się wykonanie tych uziomów z miedzi.

2. Uziomy sztuczne pionowe powinny być zagłębione w gruncie w taki sposób, aby ich dolna krawędź znajdowała się na głębokości większej niż 2,5 m.

3. Uziomy sztuczne poziome powinny być ułożone na głębokości nie mniejszej niż 0,6 m w rowach lub bruzdach

zasypanych gruntem z wykopu. Jeżeli jest to uzasadnione potrzebą zmniejszenia napięć rażeniowych dotykowych na stanowiskach roboczych, dopuszcza się układanie niektórych elementów uziomów poziomych na głębokości mniejszej niż 0,6 m lub na powierzchni gruntu.

§ 8. 1. Połączenia elementów uziomów sztucznych z naturalnymi powinny być wykonane przez zastosowanie spawania, zgrzewania, zacisków śrubowych lub obejmek w sposób zapewniający trwały styk elektryczny i zapobiegający przesunięciu się elementów łączonych w miejscach ich styku. Połączenia te powinny mieć obciążalność prądową co najmniej równą obciążalności łączonych elementów i powinny być zabezpieczone przed korozją i uszkodzeniami mechanicznymi.

2. Połączenia elementów rurociągów, służących do transportu płynów i gazów wybuchowych lub palnych, wykorzystywanych jako uziomy naturalne, powinny być spawane.

3. Rurociągi wykorzystywane jako uziomy naturalne, usytuowane na terenie, na którym są ułożone uziomy sztuczne, powinny być połączone z tymi uziomami możliwie w wielu miejscach, a przede wszystkim przy wejściu do budynku, w pobliżu transformatorów elektroenergetycznych oraz w najbardziej oddalonych od siebie miejscach skrzyżowań z uziomami sztucznymi.

4. Jeżeli w celach pomiarowych przewiduje się rozłączanie uziomów sztucznych i naturalnych lub różnych części układu uziomów sztucznych, należy zastosować pomiędzy tymi uziomami lub częściami połączenia śrubowe, usytuowane nad ziemią lub w studzienkach kontrolnych.

§ 9. 1. Uziomy sztuczne i naturalne powinny być tak wykonane, aby:

1) przewidywane napięcia rażeniowe dotykowe dla określonego czasu trwania rażenia i wymaganego stopnia ochrony przeciwporażeniowej nie przekraczały wartości określonych w tabeli nr 2,

2) napięcie uziomowe:

- nie przekraczało 80% napięcia probierczego izolacji urządzeń elektroenergetycznych, znajdujących się na terenie objętym przez uziom, których jedne części są połączone z uziomem, a inne części mają połączenia z urządzeniami znajdującymi się poza konturem uziomu,
- nie spowodowało zapłonu odgromników chroniących izolację urządzeń.

2. Dopuszcza się wykonanie uziomów sztucznych i naturalnych w taki sposób, aby napięcia rażeniowe nie przekraczały trzykrotnej dopuszczalnej wartości przy stopniu ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej 1, jeżeli wymagany stopień ochrony 1 lub 2 zostanie osiągnięty przez zastosowanie uzupełniających środków ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej, wymienionych w § 4 ust. 2.

§ 10. Przy stosowaniu uziomów sztucznych na ograniczonej powierzchni lub w gruntach o rezystywności większej niż 1000  $\Omega \cdot m$  dopuszcza się sztuczne zmniejszenie rezystywności gruntu wokół elementów uziomu przez nasycenie gruntu związkami nierozpuszczalnymi lub trudno rozpuszczalnymi w wodzie w taki sposób, aby konieczność powtarzania tych czynności nie zachodziła częściej niż co 10 lat. Związki te nie powinny:

- 1) wywierać szkodliwego wpływu na części podziemne budowli, jeżeli grunt, do którego związki te mogą przenikać, styka się bezpośrednio z tymi częściami,

- 2) wywierać szkodliwego wpływu na wegetację roślin, jeżeli tereny zajęte przez uziomy mają być wykorzystane do uprawy roślin,
- 3) powodować zmniejszanie założonej trwałości uziomów.

§ 11. Powierzchnie zewnętrzne elementów uziomów sztucznych i naturalnych, ze względu na zapobieżenie wysychaniu gruntu lub betonu wokół tych elementów, powinny być takie, aby:

- 1) suma powierzchni zewnętrznych wszystkich elementów uziomu w sieci elektroenergetycznej z bezpośrednio uziemionym punktem neutralnym nie była mniejsza od obliczonej według wzoru:

$$S = I_{us} \times \sqrt{\rho \times t} \times 10^{-4}$$

gdzie:

S — powierzchnia zewnętrzna elementów uziomu, w metrach kwadratowych,

$I_{us}$  — przewidywany prąd uziomowy podczas przepływu największego spodziewanego prądu jednofazowego zwarcia doziemnego, w amperach,

$\rho$  — rezystywność gruntu, w omometrach,

t — czas przepływu prądu, w sekundach,

- 2) średnia powierzchniowa gęstość prądu uziomowego uziomów w sieciach elektroenergetycznych z kompensacją prądu zwarcia doziemnego oraz z izolowanym lub uziemionym przez rezystor punktem neutralnym nie była większa od:

- a) 3 A/m<sup>2</sup> — przy rezystywności gruntu 50  $\Omega \cdot m$ ,  
 b) 2 A/m<sup>2</sup> — przy rezystywności gruntu 100  $\Omega \cdot m$ ,  
 c) 0,8 A/m<sup>2</sup> — przy rezystywności gruntu 500  $\Omega \cdot m$ ,  
 d) 0,5 A/m<sup>2</sup> — przy rezystywności gruntu 1000  $\Omega \cdot m$  i większej.

§ 12. 1. Poprzeczne wymiary elementów uziomów sztucznych i naturalnych powinny być takie, aby był możliwy ich prawidłowy montaż oraz aby miały wystarczającą wytrzymałość mechaniczną i trwałość w przewidywanym okresie eksploatacji.

2. Poprzeczne wymiary stalowych uziomów sztucznych pionowych, ze względu na wytrzymałość mechaniczną, nie powinny być mniejsze od określonych w tabeli nr 3.

Tabela nr 3

| Lp. | Rodzaj i sposób zagłębienia uziomu sztucznego   | Najmniejsze dopuszczalne poprzeczne wymiary uziomu, w milimetrach, wykonanego z: |                            |                      |                      |                              |
|-----|---|--|----------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|
|     |   | rur (średnica)   | kątowników (wyróżnik)      | ceowników (wyróżnik) | teowników (wyróżnik) | drutów lub prętów (średnica) |
| 1   | 2   | 3  | 4                          | 5                    | 6                    | 7                            |
| 1   | Uziom pionowy stalowy wbijany w grunt bez zastosowania wibromłotu:<br>1) w warunkach trudnych*)<br>2) w warunkach zwykłych  | 20<br>15   | 40 × 40 × 5<br>40 × 40 × 4 | 50<br>40             | 40 × 40<br>30 × 30   | 20<br>18                     |
| 2   | Uziom pionowy stalowy:<br>1) wbijany w grunt za pomocą wibromłotu<br>2) wkręcany w grunt za pomocą pogrążacza obrotowego,<br>3) sztyty, zagłębiony w grunt za pomocą wibromłotu (uziom drutowy) | —<br>—<br>—  | —<br>—<br>—                | —<br>—<br>—          | —<br>—<br>—          | 18<br>8<br>6                 |

\*) Warunki trudne występują przy wbijaniu uziomu w żwir, grunt kamienisty i skalisty.

3. Poprzeczne wymiary stalowych uziomów sztucznych, pionowych i poziomych, ze względu na trwałość w przewidywanym okresie eksploatacji, oraz stalowych uziomów sztucznych poziomych, ze względu na wytrzymałość mechaniczną, nie powinny być mniejsze od określonych w tabeli nr 4.

mów sztucznych poziomych, ze względu na wytrzymałość mechaniczną, nie powinny być mniejsze od określonych w tabeli nr 4.

Tabela nr 4

| Lp. | Rodzaj uziomu sztucznego | Dane wyrobu zastosowanego na uziom |                       | Najmniejsze dopuszczalne poprzeczne wymiary <sup>1)</sup> uziomów wykonanych ze stali, w milimetrach: |             |    |
|-----|--------------------------|------------------------------------|-----------------------|---|-------------|----|
|     |                          | Rodzaj wyrobu                      | Rodzaj wymiaru wyrobu | nieocynkowanej  | ocynkowanej |    |
| 1   | 2                        | 3                                  | 4                     | 5   | 6           | 7  |
| 1   | Uziom poziomy            | taśmy                              | grubość znamionowa    | 5   | 4           | 3  |
|     |                          |                                    | szerokość znamionowa  | 16  | 12          | 20 |
|     |                          | druty                              | średnica znamionowa   | 7   | 5           |    |

| 1 | 2             | 3                                    | 4                   | 5    | 6    | 7 |
|---|---------------|--------------------------------------|---------------------|------|------|---|
| 2 | Uziom pionowy | pręty okrągłe o długości powyżej 3 m | średnica znamionowa | 8    | 6    |   |
|   |               | rury lekkie                          | średnica znamionowa | 15   | 15   |   |
|   |               |                                      | grubość ścianki     | 2,75 | 2,75 |   |
|   |               | blacha                               | grubość znamionowa  | 4    | 3    |   |

<sup>1)</sup> Jeżeli przewidywany okres eksploatacji uziemienia jest krótszy niż 10 lat, wymiary mogą być zmniejszone o 1 mm.

<sup>2)</sup> Jeżeli uziomy będą znajdowały się w środowisku powodującym zmniejszenie założonej trwałości, najmniejsze wymiary poprzeczne należy zwiększyć o 1 mm.

<sup>3)</sup> Grubość powłoki cynku powinna być nie mniejsza niż 40  $\mu\text{m}$ .

§ 13. Elementy uziomów sztucznych i naturalnych powinny być tak dobrane do spodziewanego obciążenia prą-

dem elektrycznym, aby ich temperatury nie przekraczały wartości określonych w tabeli nr 5.

Tabela nr 5

| Lp. | Rodzaj elementu uziemienia ochronnego i warunki jego ułożenia   | Najwyższe dopuszczalne temperatury elementów uziemienia ochronnego przy przepływie prądu: |                |
|-----|---|---|----------------|
|     |   | długotrwałym (dłuższym niż 10 s)  | krótkotrwałym  |
| 1   | 2   | 3   | 4              |
| 1   | Elementy uziemienia ułożone w gruncie lub na jego powierzchni, nie stykające się bezpośrednio z materiałami łatwo zapalnymi, wykonane:<br>1) ze stali (gołe),<br>2) z miedzi (gołe) | 150°C<br>100°C  | 400°C<br>300°C |
| 2   | Stal zbrojeniowa konstrukcji z betonu zbrojonego  | 80°C  | 100°C          |

## 2. Przewody uziemiające

§ 14. 1. Każda część podlegająca uziemieniu powinna być połączona bezpośrednio z uziomem lub przewodem uziemiającym głównym za pomocą oddzielnego przewodu uziemiającego. Części podlegające uziemieniu nie mogą być łączone szeregowo.

2. Przewody uziemiające należy wykonywać z taśm, drutów, prętów, kształtowników lub rur ze zwykłej stali nieocynkowanej lub ocynkowanej. Ze względu na agresywność korozyjną środowiska lub wymagania techniczne dopuszcza się przewody uziemiające miedziane.

3. Dopuszcza się wykorzystanie, jako przewodów uziemiających lub ich części:

- 1) stalowych konstrukcji, rurociągów i zbrojeń konstrukcji żelbetonowych z połączeniami ich elementów, wykonanymi w sposób nierozłączalny, jeżeli nie znajdują się one w środowiskach zagrożonych wybuchem i nie przewiduje się ich demontażu przed upływem okresu eksploatacji uziemienia,
- 2) przedmiotów wymienionych w pkt 1 z połączeniami śrubowymi ich elementów, pod warunkiem że w miejscu

styku łączonych elementów nie znajdują się warstwy izolacyjne.

§ 15. 1. Naziemne części przewodów uziemiających należy układać w taki sposób, aby były dostępne do wykonywania oględzin.

2. Jeżeli w celach pomiarowych przewiduje się rozłączanie przedmiotów podlegających uziemieniu i uziomów lub ich części połączonych nad ziemią, w przewodach uziemiających należy stosować śrubowe zaciski pro nicerze, usytuowane w miejscach łatwo dostępnych, na wysokości nie mniejszej niż 0,3 m i nie większej niż 1,8 m nad ziemią.

3. Połączenia przewodów uziemiających powinny spełniać wymagania określone w § 8 ust. 1 i 2 dla uziomów.

§ 16. 1. Poprzeczne wymiary przewodów uziemiających, ze względu na wytrzymałość mechaniczną podczas montażu i eksploatacji, powinny być co najmniej równe wymiarom określonym w tabeli nr 6. Przewody uziemiające wykonane z drutów o średnicy mniejszej od 8 mm, ułożone na zewnątrz pomieszczeń, w miejscach ogólnie dostępnych, należy dodatkowo zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi do wysokości 1,5 m nad ziemią i do głębokości 0,2 m w ziemi.

Tabela nr 6

| Lp. | Dane wyrobu, z którego wykonuje się przewody uziemiające |                                     |                 | Najmniejsze dopuszczalne, ze względu na trwałość i wytrzymałość mechaniczną, poprzeczne wymiary stalowych przewodów uziemiających ułożonych nad ziemią: |                                     |
|-----|--|-------------------------------------|-----------------|---|-------------------------------------|
|     | Rodzaj wyrobu  | Rodzaj wymiaru                      | Jednostka miary | w pomieszczeniach zamkniętych   | na zewnątrz pomieszczeń zamkniętych |
| 1   | 2  | 3                                   | 4               | 5   | 6                                   |
| 1   | Taśmy, pręty   | przekrój                            | mm <sup>2</sup> | 24  | 48                                  |
|     |  | grubość                             | mm              | 3   | 4                                   |
| 2   | Druty  | średnica znamionowa                 | mm              | 4   | 5                                   |
| 3   | Kształtowniki  | grubość przynajmniej jednej ścianki | mm              | 3   | 3                                   |
| 4   | Rury   | grubość ścianki                     | mm              | 2,5   | 2,5                                 |

2. Poprzeczne wymiary przewodów uziemiających, ze względu na ich trwałość, nie powinny być mniejsze od wymiarów:

- 1) uziomów pionowych i poziomych określonych w tabeli nr 4 — w przypadku przewodów uziemiających ułożonych w ziemi,
- 2) określonych w tabeli nr 6 — w przypadku przewodów uziemiających ułożonych nad ziemią.

3. Przewody uziemiające należy pokrywać powłoką antykorozyjną do wysokości 0,3 m nad ziemią i do głębokości 0,2 m w ziemi.

§ 17. Przewody uziemiające powinny być tak dobrane do przewidywanego obciążenia prądem elektrycznym, aby ich temperatury nie przekraczały wartości określonych w tabeli nr 5.

### 3. Łączenie różnych uziemień

§ 18. 1. Wszystkie części urządzeń elektroenergetycznych o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, podlegające uziemieniu ochronnemu, należy przyłączyć do wspólnego uziomu, jeżeli jest to uzasadnione pod względem technicznym.

2. Części urządzeń elektroenergetycznych o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, podlegające uziemieniu roboczemu i znajdujące się na terenie, na którym jest ułożony uziom uziemienia ochronnego tych urządzeń, należy połączyć z uziomem uziemienia ochronnego.

§ 19. 1. Części urządzeń elektroenergetycznych o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1 kV, znajdujące się na terenie, na którym jest ułożony uziom uziemienia ochronnego urządzeń o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, należy przyłączyć do tego uziomu, jeżeli podlegają one:

- 1) uziemieniu ochronnemu,
- 2) uziemieniu roboczemu i nie wchodzi w skład sieci zasilającej urządzenia o napięciu znamionowym nie

wyższym niż 1 kV, znajdujące się poza terenem, na którym jest ułożony uziom uziemienia ochronnego urządzeń o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV.

2. Części urządzeń elektroenergetycznych o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1 kV, podlegające uziemieniu roboczemu, inne niż wymienione w ust. 1 pkt 2, należy przyłączyć do oddzielnego uziomu niż uziom uziemienia ochronnego urządzeń o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV. Dopuszcza się połączenie tych części z uziomem uziemienia ochronnego urządzeń o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, jeżeli podczas wystąpienia zakłóceń w sieci o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV zapewni się na całym terenie, na którym znajdują się urządzenia należące do sieci o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1 kV, ochronę przeciwporażeniową, zgodnie z przepisami załącznika nr 1 do rozporządzenia.

§ 20. Uziemienia urządzeń ochrony odgromowej i przepięciowej należy łączyć z uziemieniami urządzeń elektroenergetycznych w sposób określony w odrębnych przepisach.

§ 21. Uziom wspólny, wykorzystywany do uziemień ochronnych i roboczych oraz ochrony odgromowej i przepięciowej powinien spełniać wymagania ustalone dla każdego z tych uziemień.

§ 22. Uziemienia oddzielne powinny być tak wykonane, aby:

- 1) element jednego uziemienia lub przewodzący przedmiot łączący się z tym uziemieniem nie stykał się z elementem innego uziemienia lub połączonym z nim przewodzącym przedmiotem, przy czym odstęp pomiędzy tymi elementami lub przedmiotami w powietrzu nie powinien być mniejszy niż 0,1 m,
- 2) napięcie na uziemieniu oddzielnym podczas przepływu prądu przez inne uziemienie nie powodowało wystąpienia napięcia rażeniowego wyższego od dopuszczalnego przy połączeniu wszystkich urządzeń z uziemieniem oddzielnym.

### III. Uzupełniające środki ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej

#### 1. Izolacja stanowiska

§ 23. 1. Izolacja stanowiska powinna być wykonana w taki sposób, aby przewidywane napięcia rażeniowe, ograniczone przez zastosowanie uziemienia ochronnego i izolacji stanowiska, nie przekraczały wartości dopuszczalnych.

2. Materiały użyte do wykonania izolacji stanowiska powinny być dostosowane do warunków danego środowiska oraz warunków ich eksploatacji.

3. Powierzchnia izolowanego stanowiska powinna być taka, aby części urządzeń i konstrukcji stwarzających zagrożenie porażeniowe były dostępne tylko z tego stanowiska.

#### 2. Powłoki elektroizolacyjne

§ 24. 1. Powłoka elektroizolacyjna powinna być wykonana w taki sposób, aby przewidywane napięcia rażeniowe, ograniczone przez zastosowanie uziemienia ochronnego i powłoki elektroizolacyjnej, nie przekraczały wartości dopuszczalnych.

2. Materiały zastosowane na powłoki elektroizolacyjne powinny spełniać wymagania określone w § 23 ust. 2.

3. Powłokami elektroizolacyjnymi należy pokrywać tylko dostępne przewodzące części urządzeń i konstrukcji stwarzających zagrożenie porażeniowe.

#### 3. Wstawki izolacyjne w elementach przewodzących

§ 25. 1. Wstawki izolacyjne w elementach przewodzących, przenoszących napięcie uziomowe poza teren objęty uziemieniem ochronnym, należy stosować tylko wówczas, gdy istnieją trudności ograniczenia uziemieniami ochronnymi napięć rażeniowych dotykowych, wywołanych napięciem przenoszonym, do wartości dopuszczalnych.

2. Wstawek izolacyjnych nie stosuje się, jeżeli elementy przenoszące napięcie uziomowe są elementami obwodów elektroenergetycznych, których przerywanie podczas zakłóceń jest niedopuszczalne.

§ 26. 1. Wstawki izolacyjne, o których mowa w § 25 ust. 1, należy umieszczać:

- 1) w szynach torów kolejowych i konstrukcjach częściowo usytuowanych poza miejscem wydzielonym dla celów elektroenergetycznych — w miejscu wydzielonym w pobliżu ogrodzenia i na zewnątrz tego miejsca w odległości co najmniej 20 m od ogrodzenia,
- 2) w rurociągach — bezpośrednio za obrysem uziomu znajdującego się w miejscu wydzielonym dla celów elektroenergetycznych,
- 3) w kablach o powłokach i pancerzach przewodzących — w postaci muf izolacyjnych pomiędzy ogrodzeniem miejsca wydzielonego dla celów elektroenergetycznych a skrajnymi elementami uziomu znajdującego się w miejscu wydzielonym.

2. Materiały zastosowane na wstawki izolacyjne powinny spełniać wymagania określone w § 23 ust. 2.

#### 4. Ogrodzenia

§ 27. 1. Ogrodzenia wykorzystywane jako uzupełniające środki ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej powinny być wykonane w taki sposób, aby skutecznie ograniczały dostęp do miejsc, na których spodziewane napięcia rażeniowe dotykowe mogą przekraczać wartości dopuszczalne. Na zewnętrznej stronie ogrodzenia powinny być umieszczone odpowiednie tablice ostrzegawcze, informujące o groźącym niebezpieczeństwie.

2. Ogrodzenia, o których mowa w ust. 1, powinny być wykonane z materiałów izolacyjnych. Dopuszcza się wykonanie tych ogrodzeń z materiałów przewodzących, pod warunkiem że:

- 1) na nie uziemionym ogrodzeniu nie będą mogły pojawiać się napięcia wywołujące napięcia rażeniowe dotykowe o wartościach przekraczających dopuszczalne lub
- 2) ogrodzenie będzie połączone z uziemieniem ochronnym, wykonanym jako oddzielne w stosunku do uziemień i konstrukcji znajdujących się wewnątrz tego ogrodzenia.

§ 28. Przy ustalaniu odstępów izolacyjnych i bezpiecznych oraz wysokości i rodzaju konstrukcji ogrodzeń, o których mowa w § 27 ust. 1, należy przestrzegać wymagań określonych w przepisach dotyczących budowy urządzeń elektroenergetycznych w zakresie obejmującym stacje i rozdzielnie elektroenergetyczne.

### IV. Sprawdzanie stanu ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej

§ 29. Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej stwierdza się za pomocą pomiarów i obliczeń. Ochronę przeciwporażeniową dodatkową uznaje się za skuteczną, jeżeli został spełniony jeden z następujących warunków:

- 1) przewidywane wartości napięć rażeniowych dotykowych w każdym miejscu objętym ochroną dodatkową nie przekroczą najwyższych dopuszczalnych wartości,
- 2) przewidywane wartości napięć dotykowych pomiędzy metalowymi przedmiotami a powierzchnią gruntu w każdym miejscu objętym ochroną dodatkową nie przekroczą wartości najwyższych dopuszczalnych napięć rażeniowych dotykowych, a napięcia dotykowe pomiędzy dwoma dostępnymi metalowymi przedmiotami, nie pokrytymi warstwami izolacyjnymi, nie przekroczą wartości najwyższych dopuszczalnych napięć rażeniowych dotykowych,
- 3) przewidywana wartość napięcia uziomowego nie przekroczy:
  - a) trzykrotnej wartości dopuszczalnego napięcia rażeniowego dotykowego, ustalonego dla najostrzejszego stopnia ochrony przeciwporażeniowej na danym terenie, jeżeli do uziomu (układu uziomowego) są przyłączone urządzenia wchodzące w skład sieci elektroenergetycznej z bezpośrednio uziemionym punktem neutralnym,

- b) półtorakrotnej wartości dopuszczalnego napięcia rażeniowego dotykowego, ustalonego dla najostrejszego stopnia ochrony przeciwporażeniowej na danym terenie, jeżeli do uziomu (układu uziomowego) przyłączone są tylko urządzenia wchodzące w skład sieci elektroenergetycznej z kompensacją prądu zwarcia doziemnego oraz z punktem neutralnym izolowanym lub uziemionym przez rezystor.

§ 30. 1. Pomiary skuteczności ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej należy wykonać przy wymuszeniu przepływu prądu uziomowego o wartości nie mniejszej niż 20% największej wartości spodziewanego prądu jednofazowego zwarcia doziemnego i nie mniejszej niż 30 A.

2. Przy pomiarach na stanowiskach słupów elektroenergetycznych linii napowietrznych dopuszcza się, w wypadkach technicznie uzasadnionych, wykonywanie pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej z wymuszeniem prądu uziomowego co najmniej o wartości 1 A.

§ 31. 1. Pomocniczy uziom prądowy zastosowany w obwodzie wymuszonego przepływu prądu powinien znajdować się w takiej odległości od badanego uziomu, aby nie występował wzajemny wpływ obu uziomów.

2. Pomocniczy uziom napięciowy stosowany przy pomiarze napięcia uziomowego powinien być tak usytuowany, aby na wartość mierzonego napięcia nie miały wpływu:

- 1) zmiany odległości tego uziomu od uziomu badanego oraz
- 2) wzajemne oddziaływanie przewodów obwodu wymuszenia przepływu prądu przez badany uziom i przewodów obwodu pomiaru napięcia uziomowego.

§ 32. 1. W celu wyznaczenia wartości przewidywanych napięć rażeniowych i napięć dotykowych oraz napięć uziomowych należy pomnożyć wartość zmierzonych napięć przez współczynnik „k”, obliczony według wzoru:

$$k = \frac{I_{us}}{I_{up}}$$

gdzie:

- $I_{us}$  — przewidywany prąd uziomowy podczas przepływu największego spodziewanego prądu jednofazowego zwarcia doziemnego,  
 $I_{up}$  — prąd uziomowy wymuszony podczas pomiarów.

2. Wartości napięć rażeniowych, dotykowych i uziomowych należy mierzyć:

1) przy wyznaczaniu napięcia rażeniowego dotykowego:

- a) pomiędzy dostępnym przedmiotem a stanowiskiem — na rezystorze modelującym impedancję ciała człowieka, podłączonym z jednej strony do danego przedmiotu, a z drugiej strony do sondy pomiarowej, ustawionej w odległości 1 m od tego przedmiotu,
- b) pomiędzy dwoma dostępnymi przedmiotami znajdującymi się w odległości nie większej niż 2,5 m — na rezystorze modelującym impedancję ciała człowieka, podłączonym do obydwu tych przedmiotów,

2) przy wyznaczaniu napięcia dotykowego:

- a) pomiędzy dostępnym przedmiotem a stanowiskiem — pomiędzy przedmiotem a sondą pomiarową ustawioną na stanowisku w odległości 1 m od przedmiotu,
- b) pomiędzy dwoma dostępnymi przedmiotami znajdującymi się w odległości nie większej niż 2,5 m — pomiędzy tymi przedmiotami,

3) przy wyznaczaniu napięcia uziomowego — pomiędzy uziomem badanym a pomocniczym uziomem napięciowym.

3. Wymiary czynnych powierzchni sond pomiarowych i wymagane siły ich docisku, rezystory modelujące impedancję ciała człowieka oraz wartości rezystancji wewnętrznych urządzeń do pomiaru napięcia powinny spełniać wymagania określone w tabeli nr 7, przy czym na stanowiskach o twardym podłożu należy stosować sondy elastyczne o rezystywności skrośnej, nie większej niż  $10 \Omega \cdot m$ .

4. Stanowiska pomiarowe, które w warunkach eksploatacyjnych mogą być okresowo lub stale wilgotne lub mokre, należy przed pomiarami zmoczyć wodą.

Tabela nr 7

| Lp. | Rodzaj wielkości                     | Wartości wielkości wymienionych w kolumnie 2 powinny wynosić przy wyznaczaniu:  |                     |                     |
|-----|--------------------------------------|---|---------------------|---------------------|
|     |                                      | napięcia rażeniowego dotykowego   | napięcia dotykowego | napięcia uziomowego |
| 1   | 2                                    | 3   | 4                   | 5                   |
| 1   | Czynna powierzchnia sond pomiarowych | Jedna sonda o powierzchni 400 cm <sup>2</sup> lub dwie sondy o powierzchni 200 cm <sup>2</sup> każda, ustawione obok siebie |                     | —                   |

Tabela nr 7

| 1 | 2  | 3                          | 4 | 5 |
|---|--|----------------------------|---|---|
| 2 | Docisk jednej sondy pomiarowej:<br>1) metalowej o czynnej powierzchni:<br>400 cm <sup>2</sup>          | co najmniej 400 N          |   | — |
|   | 200 cm <sup>2</sup>  | co najmniej 200 N          |   | — |
|   | 2) elastycznej o czynnej powierzchni<br>400 cm <sup>2</sup>  | co najmniej 200 N          |   | — |
| 3 | Rezystancja rezystora modulującego<br>ciało człowieka:<br>1) dla czasu trwania rażenia<br>$t \leq 1$ s | 1000 $\Omega$              | — | — |
|   | 2) dla czasu trwania rażenia<br>$t > 1$ s  | 1500 $\Omega$              | — | — |
| 4 | Rezystancja wewnętrzna urządzeń do<br>pomiaru napięcia   | co najmniej 100 k $\Omega$ |   |   |

§ 33. Dopuszcza się wyznaczenie:

- 1) napięć rażeniowych na podstawie innego sposobu pomiaru niż określony w § 30—32, pod warunkiem zapewnienia nie mniejszej dokładności wyników pomiarów,
- 2) przewidywanych napięć rażeniowych lub dotykowych na podstawie rezystancji uziemienia, zmierzonej miernikiem uziemień, przewidywanego prądu jednofazowego zwarcia doziemnego i określonego w projekcie największego stosunku napięcia rażeniowego i napięcia uziomowego lub największego napięcia dotykowego i napięcia uziomowego,
- 3) przewidywanego napięcia uziomowego na podstawie rezystancji uziemienia, zmierzonej miernikiem uziemień i przewidywanego prądu jednofazowego zwarcia doziemnego, jeżeli:
  - a) uziom znajduje się na terenie, na którym są zainstalowane urządzenia elektroenergetyczne bez stałej obsługi, oraz
  - b) odległości pomocniczego uziomu prądowego i napięciowego od badanego uziomu odpowiadają warunkom określonym w § 31 ust. 1 i 2.