

Lekcja *Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa)*

1. Ochrona przez samoczynne wyłączenie zasilania lub sygnalizację

– Sieć TN

- Urządzenia ochronne przetężeniowe
- Urządzenia różnicowoprądowe

– Sieć TT

- Urządzenia ochronne przetężeniowe
- Urządzenia różnicowoprądowe

– Sieć IT

- Stała kontrola stanu izolacji
- Urządzenia ochronne przetężeniowe
- Urządzenia różnicowoprądowe

2. Urządzenia II klasy ochronności
3. Separacja odbiorników
4. Stosowanie nieuziemionych połączeń wyrównawczych
5. Izolowanie stanowiska

Zerowanie

Zerowanie polega na bezpośrednim (metalicznym) połączeniu części metalowych urządzeń elektrycznych podlegających ochronie z uziemionym przewodem ochronnym PE lub ochronno-neutralnym PEN sieci przystosowanej do zerowania (rys. 25.4 i 25.5).

Sieć przystosowana do zerowania musi mieć:

- uziemiony punkt neutralny transformatora;
- dodatkowe uziemienie przewodu ochronnego PE lub ochronno-neutralnego PEN;
- odpowiedni przekrój przewodu ochronno-neutralnego PEN i przewodów ochronnych PE;
- zabezpieczenia nadprądowe (bezpieczniki, wyłączniki samoczynne) w liniach i obwodach chronionych, działające samoczynnie i dostatecznie szybko przy zwarciu przewodu fazowego z przewodem neutralnym.

Jako zabezpieczenia nadprądowe stosuje się bezpieczniki topikowe i wyłączniki samoczynne z wyzwalaczami elektromagnetycznymi oraz nadmiarowe wyłączniki instalacyjne.

Działanie zerowania polega głównie na spowodowaniu dostatecznie szybkiego wyłączenia, jeśli zerowane elementy urządzeń zostaną połączone z przewodem fazowym, np. wskutek uszkodzenia izolacji. Powstaje wtedy obwód zwarcia (pętla), w którym płynie prąd zwarcia, powodujący przerwanie obwodu wskutek stopienia wkładki topikowej lub wyłączenie wyłącznika (rys. 25.6).

Zerowanie jest skuteczne, jeśli **prąd zwarcia** I_z w pętli będzie większy niż prąd dostatecznie szybkiego wyłączenia I_w , czyli

$$I_z \geq I_w$$

Zgodnie z prawem Ohma prąd zwarcia w pętli wynosi

$$I_z = \frac{0,8 U_f}{Z_p}$$

przy czym: U_f — napięcie fazowe sieci, w V; Z_p — impedancja pętli zwarcia, w Ω .

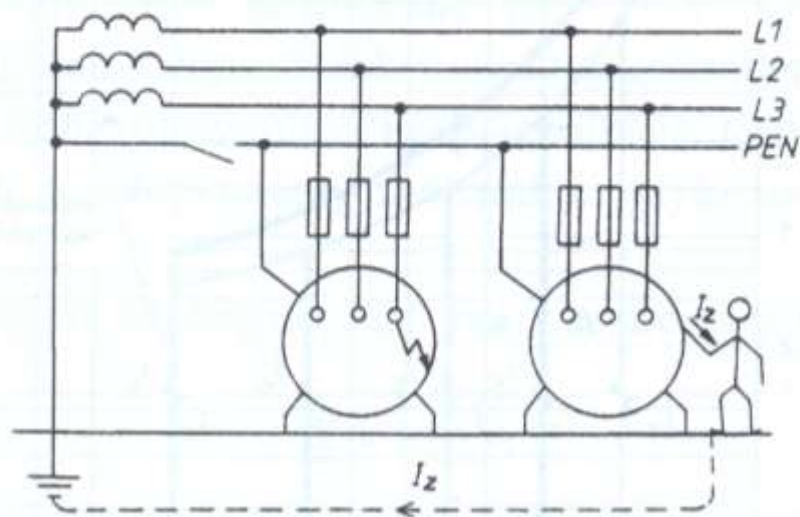
Dodatkowe uziemienie przewodu ochronnego zapewnia obniżenie napięcia dotykowego oraz chroni przed skutkami przerwania przewodu neutralnego. Jeśli nie byłoby dodatkowych uziemień przewodu ochronnego, to w razie uszkodzenia izolacji jednego urządzenia wskutek przerwania przewodu neutralnego, pojawiłoby się na częściach zerowanych wszystkich odbiorników, znajdujących się za miejscem przerwy (idąc od transformatora), napięcie dotykowe zbliżone do napięcia fazowego, a więc o bardzo niebezpiecznej wartości (rys. 25.8).

Przewody neutralne N powinny mieć barwę niebieską lub zbliżoną do niebieskiej, lub mieć na wszystkich końcach tulejki o barwie niebieskiej. Przewody ochronne PE powinny być oznaczone kombinacją barwy żółtej i zielonej. Izolacja przewodów neutralnych i ochronnych powinna być taka sama, jak przewodów fazowych.

Przekroje minimalne przewodów ochronnych PE przy zerowaniu wynoszą:

- przewodów izolowanych jednożyłowych — $2,5 \text{ mm}^2$;
- przewodów izolowanych wielożyłowych — $1,5 \text{ mm}^2$.

Według normy PN-92/E-05009 przewód ochronno-neutralny PEN nie może mieć przekroju mniejszego niż $10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ lub $16 \text{ mm}^2 \text{ Al}$. Ogranicza to stosowanie przewodu PEN w instalacjach odbiorczych. Stare instalacje rzadko spełniają te wymagania.



Rys. 25.8. Przykład zagrożenia porażeniowego występującego podczas przerwy w przewodzie *PEN*, przy braku dodatkowych uziemień przewodu ochronno-neutralnego *PEN* w sieci TN-C. Takie same zagrożenie wystąpi w sieci TN-S przy przerwaniu przewodu *PE* i braku dodatkowych uziemień

Separacja odbiornika

Separacja odbiornika polega na oddzieleniu odbiornika od sieci za pomocą **przetwornicy**, która może mieć jednakowe napięcie znamionowe po obu stronach. Jako przetwornicę najczęściej stosuje się **transformator separacyjny** (rys. 25.17). **Nie wolno stosować autotransformatora**. Dzięki transformatorowi odbiornik wraz z przewodami jest zasilany z obwodu o małej upływności i pojemności względem ziemi, gdyż obwód przyłączony do uzwojenia wtórnego jest krótki.

Dotknięcie jednego przewodu pod napięciem — jeśli odbiornik jest odseparowany — spowoduje przepływ bardzo małego prądu rażeniowego, niegroźnego dla życia człowieka.

Separację stosuje się najczęściej przy zasilaniu odbiorników ręcznych klasy I lub II, używanych w niekorzystnych warunkach (np. do pracy na konstrukcjach metalowych).

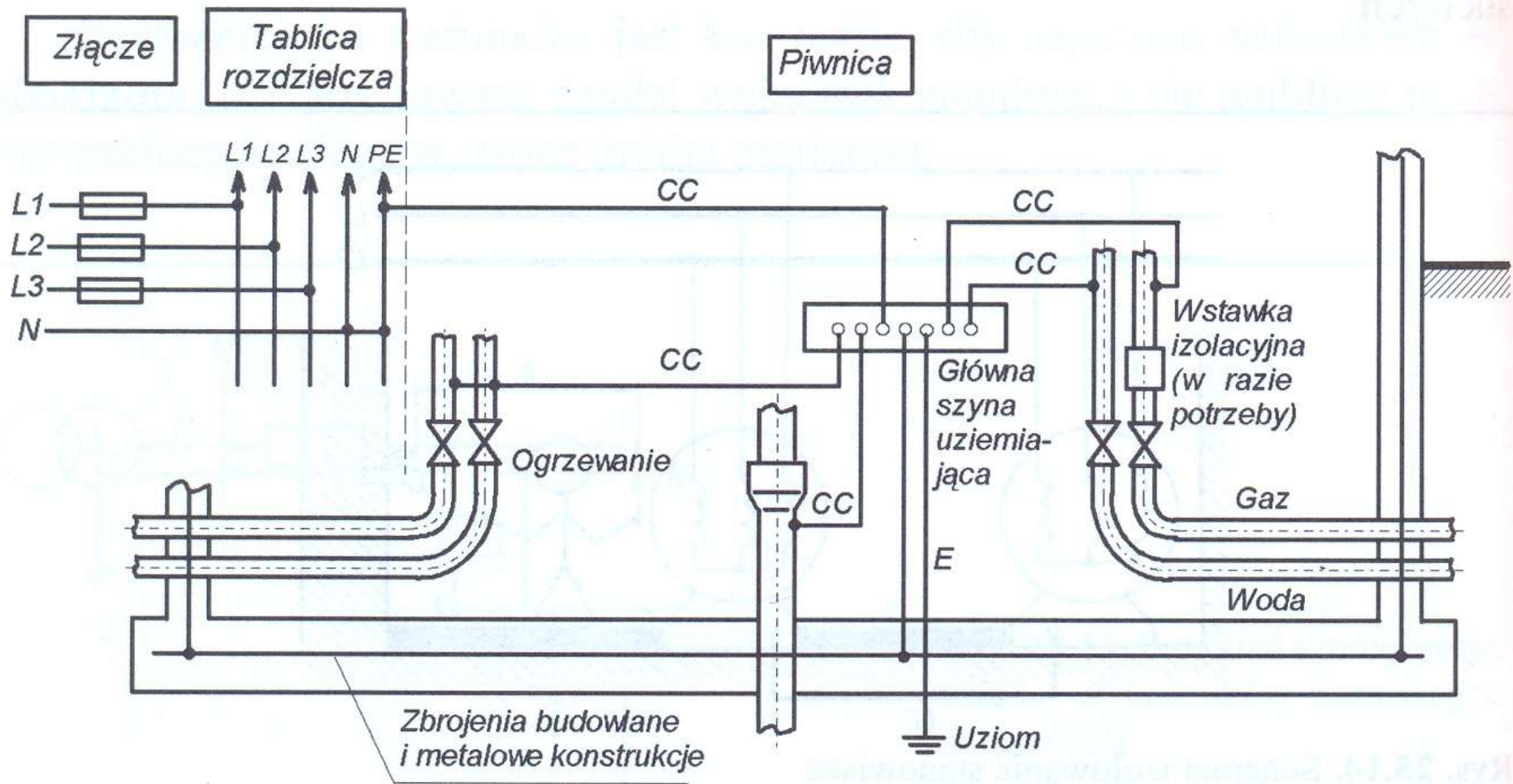
Połączenia wyrównawcze

Połączenia wyrównawcze nie są samodzielnym środkiem dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej, lecz tylko pomocniczym, wspomagającym inne środki.

Norma PN-92/E-05009/41 zaleca stosowanie połączeń wyrównawczych wówczas, gdy nie jest możliwe uzyskanie skuteczności zerowania przez samoczynne wyłączenie zasilania i nie mogą być stosowane inne środki. Nie należy łączyć połączeniami wyrównawczymi przedmiotów, które są stale całkowicie odizolowane od ziemi.

W budynkach mieszkalnych stosuje się główne **szyny wyrównawcze**, łączące różnego rodzaju instalacje metalowe doprowadzone do budynku z ziemią i przewodami ochronnymi instalacji elektrycznej (rys. 25.15).

W mieszkaniach celowe jest stosowanie **miejscowych połączeń wyrównawczych** (rys. 25.16). Stosowane są również **miejscowe nieziemne połączenia wyrównawcze**, zapobiegające pojawieniu się niebezpiecznych napięć dotykowych. Przykład takiego połączenia pokazano na rys. 25.14, gdzie połączenie wyrównawcze *CC* uzupełnia ochronę przez izolowanie stanowiska.



Rys. 25.15. Główna szyna wyrównawcza w budynku mieszkalnym

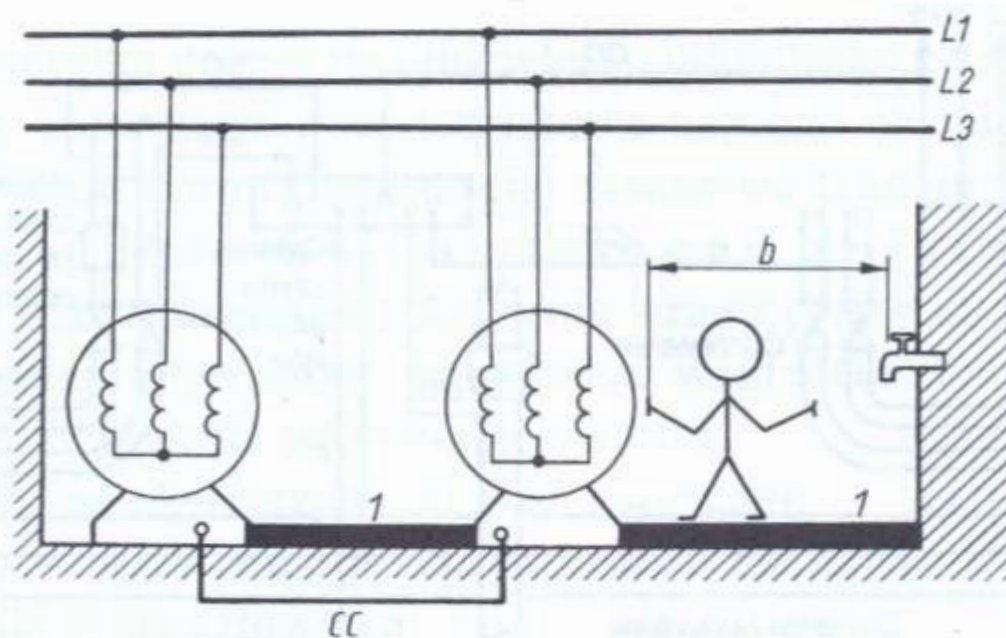
Izolowanie stanowiska

Izolowanie stanowiska dla urządzeń i odbiorników stałych polega na trwałym pokryciu podłoża (podłogi) warstwą materiału izolacyjnego (guma, polwinit, drewno), co zapewnia obniżenie wartości napięć rażeniowych i prądu rażeniowego (rys. 25.14).

Warstwa izolacyjna powinna być tak rozmieszczona wokół odbiornika lub urządzenia, aby nie można było dotknąć odbiornika lub urządzenia chronionego inaczej, niż stojąc na niej. Zachowane muszą być też bezpieczne odległości od przedmiotów uziemionych, aby nie było możliwe jednoczesne dotknięcie obudowy chronionego odbiornika lub urządzenia i uziemionego przedmiotu metalowego. Wszystkie przedmioty metalowe, w zasięgu ręki, muszą być połączone z odbiornikiem **przewodem wyrównawczym** (ekwipotencjalnym).

Izolowanie stanowiska stosuje się tam, gdzie występują trudności w uzyskaniu dostatecznie małych napięć dotykowych, rażeniowych lub dostatecznie szybkiego wyłączenia. Najczęściej stosuje się izolowanie stanowiska w pobliżu metalowych rozdzielnic niskiego napięcia. Rezystancja stanowiska powinna wynosić co najmniej $50\text{ k}\Omega$ — przy napięciu znamionowym do 500 V i $100\text{ k}\Omega$ — przy napięciach wyższych.

Izolowanie stanowiska może być stosowane tylko w pomieszczeniach suchych.



Rys. 25.14. Schemat izolowania stanowiska

b — odległość bezpieczna, większa od zasięgu rąk człowieka ($2,5\text{ m}$); CC — przewód wyrównawczy;
 l — warstwa izolacyjna