

mgr inż. Fryderyk Łasak  
31-621 Kraków, oś. Bohaterów Września 61A/23  
tel/fax 0-12-6811541, kom 0-503 750306, e-mail flasak@tlen.pl

## **Zasady i wymagania dotyczące ochrony przeciwporażeniowej w oparciu o normę PN-IEC 60364-4-41 i nową normę PN-EN 61140 oraz oznaczanie żył zgodnie z normą PN-HD 308 S2**

### **1. Wstęp**

Od 1 stycznia 1992 r. obowiązują postanowienia Polskiej Normy PN-92/E-05009 (obecnie PN IEC-60364) „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych” będącej ścisłym odpowiednikiem międzynarodowej normy arkuszowej IEC-364 o identycznym tytule, zakresie, treści i układzie.

1.1. Przedmiotowa norma przewiduje następujące rodzaje ochrony:

- równoczesna ochrona przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim przez stosowanie bardzo niskich napięć bezpiecznych,
- ochrona przed dotykiem bezpośrednim (dawna ochrona podstawowa),
- ochrona przed dotykiem pośrednim (dawna ochrona dodatkowa),
- ochrona przed skutkami termicznymi,
- ochrona przeciwpożarowa
- ochrona przed prądem przetężeniowym,
- ochrona przed spadkiem napięcia
- ochrona przed prądem zakłóceniovym,
- ochrona przed przepięciami.

1.2. Zniknęły pojęcia i środki ochrony znane dotychczas jako: ZEROWANIE, UZIEMIENIE OCHRONNE, SIEĆ OCHRONNA.

1.3. Zostaje wprowadzony środek ochrony przed porażeniem za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania.

1.4. Wprowadzono nowe nazwy układów sieciowych TN (TN-C, TN-S, TN-C-S); TT, i IT

1.5. Powszechnie są stosowane połączenia wyrównawcze główne i miejscowe nawet jako samodzielny środek ochrony.

1.6. Z uwagi na długie czasy wyłączeń i duży rozrzut charakterystyk prądowo-czasowych bezpieczników topikowych ogranicza się ich rolę jako elementu zabezpieczającego na rzecz wyłączników instalacyjnych nadmiarowoprądowych lub wyłączników z wyzwalaczami.

1.7. W ochronie przeciwporażeniowej wprowadza się bardzo krótkie czasy wyłączenia nawet rzędu 0,1 s, co powoduje konieczność doboru elementów szybkiego wyłączenia na podstawie charakterystyk czasowo-prądowych elementów zabezpieczających.

1.8. Zasadą jest powszechne stosowanie wyłączników ochronnych różnicowoprądowych jako środka ochrony przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa), oraz jako uzupełniającego środka ochrony przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa), we wszystkich układach sieciowych za wyjątkiem układu TN-C za wyłącznikiem różnicowoprądowym.

1.9. Zasadą jest ochrona obiektów budowlanych przed pożarami wywołanymi prądami doziemnymi przez zastosowanie wyłączników ochronnych różnicowoprądowych o znamionowym prądzie różnicowym do 500 mA.

- 1.10. Koniecznością jest rozdzielenie funkcji przewodu ochronno-neutralnego PEN na przewód neutralny N i ochronny PE, ponieważ przewodów o przekrojach poniżej 10 mm<sup>2</sup> Cu i 16 mm<sup>2</sup> Al nie wolno stosować jako przewodu PEN.
- 1.11. Do roli samodzielnych środków ochrony oprócz zabezpieczeń i ochrony przed porażeniami dochodzą:
- ochrona przed skutkami termicznymi (pożar, poparzenie, inne zakłócenia),
  - ochrona przed przepięciami (łączeniowymi i atmosferycznymi),
  - ochrona przed obniżeniem napięcia.

### **I Aktualne przepisy ochrony przeciwporażeniowej zwarte są w normie PN IEC-60364-4-41.**

Norma PN IEC-60364-4-41 ma być nowelizowana lecz jeszcze nie zostało to zrealizowane. Natomiast norma PN-EN 61140, rozszerza i uściśla niektóre postanowienia normy PN IEC-60364-4-41 oraz podaje zalecenia dla krajowych komitetów technicznych do ustalenia dodatkowych wymagań. [Dodatkowe wymagania normy PN-EN 61140 zostały przytoczone po wymaganiach normy PN IEC-60364-4-41.](#)

Zgodnie z wymaganiami normy PN IEC-60364-4-41 rozróżnia się trzy grupy środków ochrony przeciwporażeniowej:

#### **A. Równoczesna ochrona przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim, a to:**

1. Ochrona polegająca na zastosowaniu bardzo niskiego napięcia SELV i PELV,
2. Ochrona za pomocą ograniczenia energii rozładowania,
3. Obwody FELV

#### **B. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) to:**

1. Ochrona polegająca na izolowaniu części czynnych,
2. Ochrona przy użyciu ogrodzeń lub obudów,
3. Ochrona przy użyciu barier,
4. Ochrona polegająca na umieszczeniu poza zasięgiem ręki,
5. Ochrona uzupełniająca za pomocą urządzeń różnicowoprądowych. Jest to ochrona przed dotykiem bezpośrednim przez stosowanie urządzeń różnicowoprądowych o znamionowym różnicowym prądzie zadziałania nie przekraczającym 30 mA. Jest ona uzupełnieniem ochrony w przypadku nieskutecznego działania środków ochrony przed dotykiem bezpośrednim lub w przypadku nieostrożności użytkowników.

#### **C. Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) to:**

1. Ochrona za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania,
2. Ochrona polegająca na zastosowaniu urządzeń II klasy ochronności lub o wzmocnionej izolacji równoważnej,
3. Ochrona polegająca na izolowaniu stanowiska,
4. Ochrona za pomocą nieziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych,
5. Ochrona za pomocą separacji elektrycznej.

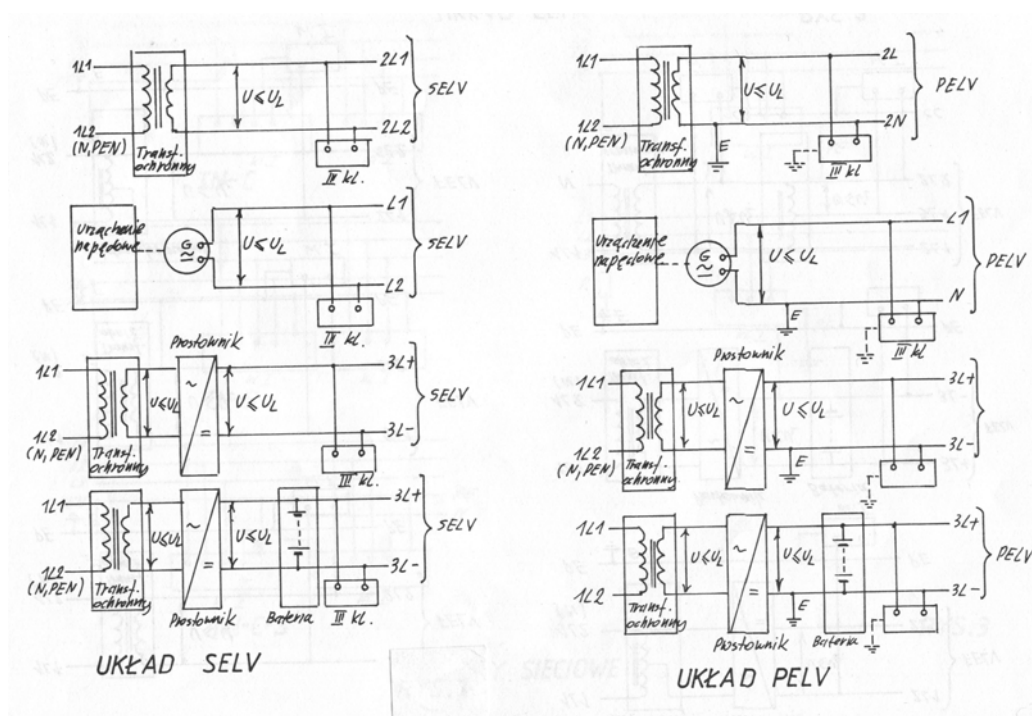
### **I. 1 RÓWNOCZESNA OCHRONA PRZED DOTYKIEM BEZPOŚREDNIM I POŚREDNIM**

**Ad A.1. Ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym polegającą na zastosowaniu bardzo niskiego napięcia SELV i PELV, uważa się za zapewnioną jeżeli:**

- napięcie znamionowe nie przekracza górnej granicy zakresu I (50 V a.c. i 120 V d.c.);
- źródło zasilania jest jednym z następujących źródeł:

- ✓ transformator bezpieczeństwa,
- ✓ źródło zapewniające stopień bezpieczeństwa równoważny transformatorowi bezpieczeństwa (np. przetwornica elektromaszynowa z uzwojeniami o odpowiedniej izolacji)
- ✓ źródło elektrochemiczne (np. bateria akumulatorów) lub inne źródło niezależne od obwodu zasilającego o wyższym napięciu,
- ✓ niektóre urządzenia elektroniczne, w których zastosowano środki, aby w przypadku uszkodzenia wewnętrznego napięcie na zaciskach wyjściowych nie przekroczyło górnej granicy zakresu I.
- części czynne obwodów SELV i PELV powinny być skutecznie elektrycznie oddzielone od obwodów wyższego napięcia, nie gorzej niż w między obwodem pierwotnym i wtórnym transformatora bezpieczeństwa.

Przykłady wykonania obwodów o bardzo niskich napięciach SELV, i PELV przedstawiono na rys nr 1, a obwodów FELV na rys 2



Rys 1. Układy sieci SELV i PELV

Norma PN-EN 61140 w p. 5.3.3 wymaga, aby ograniczenie napięcia gwarantowało, że napięcie między częściami równocześnie dostępnymi nie przekroczy stosowanych wartości granicznych ELV.

Norma PN-EN 61140 w p. 6.6 omawia wymagania dla środka ochrony za pomocą SELV i stanowi, że nie dopuszcza się celowego połączenia części przewodzących dostępnych z przewodem ochronnym lub z ziemią. W miejscach szczególnych, gdzie jest wymagane SELV i gdzie jest zastosowane ekranowanie ochronne, tam ekran ochronny powinien być odseparowany od każdego sąsiedniego obwodu za pomocą izolacji podstawowej przewidzianej na najwyższe występujące napięcie.

W p. 6.7 norma omawia wymagania dla środka ochrony za pomocą PELV i stanowi, że jeżeli obwód PELV jest uziemiony i jest zastosowane ekranowanie ochronne to między ekranem ochronnym i obwodem PELV nie jest konieczne zastosowanie izolacji podstawowej. Jeżeli części czynne PELV są dostępne równocześnie z częściami przewodzącymi, które w przypadku uszkodzenia mogą osiągnąć potencjał obwodu

pierwotnego, ochrona przed porażeniem elektrycznym zależy od połączeń ochronnych pomiędzy wszystkimi takimi częściami przewodzącymi.

#### **Ad A. 2. Ochrona za pomocą ograniczenia energii rozładowania,**

Środek ochrony za pomocą ograniczenia energii rozładowania **NIE jest w normie PN IEC-60364-4-41 omówiony**. Norma podaje, że jest on w opracowaniu.

Norma PN-EN 61140 w p. 5.3.3 wymaga, że źródło prądu ograniczonego było tak zaprojektowane, aby prąd dotykowy nie przekraczał wartości granicznych. Ograniczenie ustalonego prądu dotykowego i ładunku powinno chronić ludzi i zwierzęta narażone na niebezpieczne lub dające się odczuć wartości ustalonego prądu dotykowego i ładunku. Dla ludzi należy stosować następujące zalecane wartości prądu przemiennego (dla częstotliwości do 100 Hz):

- ✓ zalecany jest ustalony prąd płynący przez czystą rezystancję 2000  $\Omega$  pomiędzy równocześnie dostępnymi częściami przewodzącymi nie przekraczający progu wyczuwalności 0,5 mA a. c. i 2 mA d. c.,
- ✓ może być dopuszczalna wartość nie przekraczająca progu bólu 3,5 mA a. c. i 10 mA d. c.,
- ✓ może być dopuszczalny nagromadzony ładunek dostępny pomiędzy dwoma równocześnie dostępnymi częściami przewodzącymi nie przekraczający 0,5  $\mu\text{C}$  (próg wyczuwalności) jako zalecany, i może być dopuszczalny 50  $\mu\text{C}$  (granica bólu),
- ✓ komitety techniczne mogą ustalić wyższe wartości nagromadzonego ładunku i ustalonego prądu dla części specjalnie przeznaczonych do wywołania reakcji (np. ogrodzenie elektryczne). Należy pamiętać o progu fibrylacji komór serca.
- ✓ podane wartości nagromadzonego ładunku i ustalonego prądu przemiennego dotyczą prądu sinusoidalnego o częstotliwości pomiędzy 15 Hz i 100 Hz.
- ✓ elektryczne urządzenia medyczne wymagają innych poziomów.

W punkcie 6. 8. „Ochrona przez ograniczenie ustalonego prądu dotykowego i ładunku” stanowi, iż jest to środek ochrony, w którym ochrona jest zapewniona przez: zasilanie obwodu ze źródła prądu ograniczonego lub przez urządzenie ochronne impedancyjne.

#### **Ad A.3. Obwody FELV**

Jeżeli ze względów funkcjonalnych stosuje się napięcie zakresu I, a nie są spełnione wszystkie wymagania dotyczące SELV i PELV oraz stosowanie SELV i PELV nie jest konieczne, należy stosować środki określone jako FELV.

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim w obwodach FELV powinna być zapewniona przez:

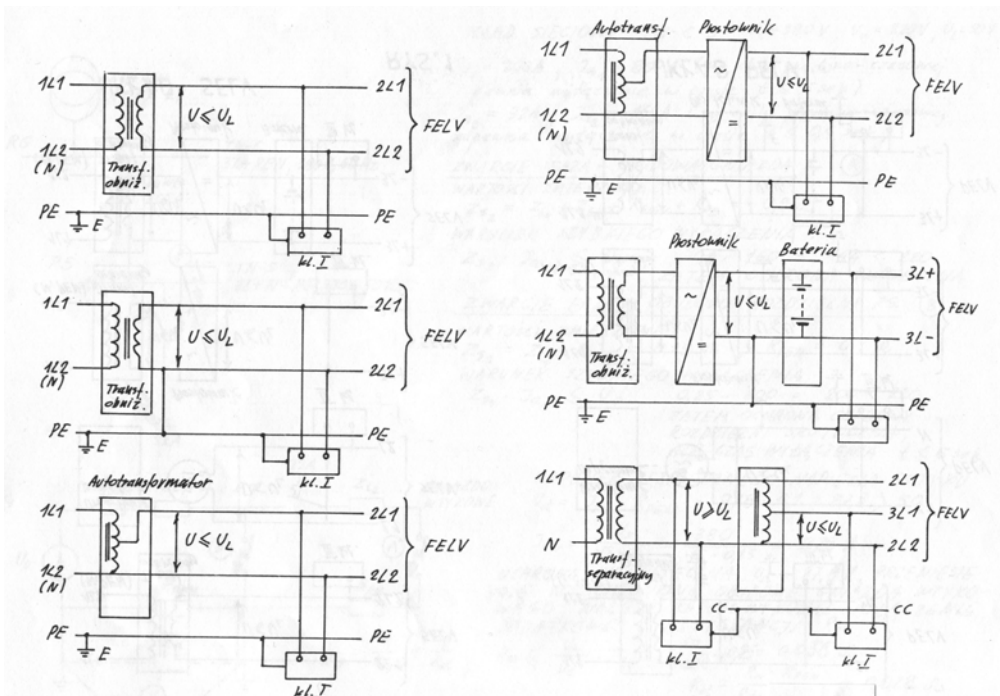
- ogrodzenia lub obudowy zapewniające stopień ochrony co najmniej IP 2X lub
- izolacje wytrzymałą co najmniej napięcie probiercze obwodu pierwotnego.

Jeżeli izolacja urządzenia stanowiącego część obwodu FELV nie wytrzyma próby napięciem wymaganym dla obwodu pierwotnego, izolacje części nie przewodzących dostępnych należy wzmocnić tak, aby mogła wytrzymać próbę napięciem 1500 V wartości skutecznej prądu przemiennego, w ciągu 1 min.

Ochrona przed dotykiem pośrednim w obwodach FELV powinna być zapewniona przez:

- połączenie części przewodzących dostępnych obwodu FELV z przewodem ochronnym obwodu pierwotnego, pod warunkiem, że obwód pierwotny jest wyposażony w środki zapewniające samoczynne wyłączenie zasilania.
- połączenie części przewodzących dostępnych urządzenia obwodu FELV z nie uziemionym przewodem połączenia wyrównawczego obwodu pierwotnego, gdy ochrona jest wykonana przez separację elektryczną.

Przykłady wykonania obwodów o bardzo niskich napięciach FELV przedstawia rys nr 2



Rys 2. Układ sieci FELV

Wtyczki i gniazda wtyczkowe FELV powinny spełniać następujące wymagania:

- wkładanie wtyczek do gniazd wtyczkowych na inne napięcia powinno być niemożliwe i
- gniazda wtyczkowe powinny uniemożliwiać wkładanie do nich wtyczek na inne napięcia.

## I. 2. OCHRONA PRZED DOTYKIEM BEZPOŚREDNIM

### Ad B.1. Ochrona polegająca na izolowaniu części czynnych

Części czynne powinny być całkowicie pokryte izolacją, która może być usunięta tylko przez jej zniszczenie.

W przypadku urządzeń nie produkowanych fabrycznie, ochronę należy zapewnić stosując izolację, która będzie mogła długotrwale wytrzymać narażenia mechaniczne oraz wpływy chemiczne, elektryczne i termiczne, na jakie może być narażona podczas eksploatacji. Pokrycia farbą, pokostem i podobnymi produktami, zastosowane samodzielnie, nie są uznawane za odpowiednią izolację chroniącą przed porażeniem prądem elektrycznym podczas eksploatacji.

W punkcie 4.1. „Warunki normalne”, norma PN-EN 61140 wymaga, że konieczne jest spełnienie podstawowej zasady ochrony przed porażeniem elektrycznym w warunkach normalnych, co norma przedstawia jako ochronę podstawową. Ochrona podstawowa powinna składać się z jednego lub więcej środków, które w warunkach normalnych zapobiegają dotykowi niebezpiecznych części czynnych.

W punkcie 5.1.1. „Izolacja podstawowa”, norma PN-EN 61140 stanowi, że izolacja podstawowa powinna zapobiegać dotykowi niebezpiecznych części czynnych. Dodaje, iż w przypadku instalacji i urządzeń wysokiego napięcia może pojawić się napięcie na powierzchni izolacji stałej i może okazać się niezbędnym zastosowanie dalszych środków ostrożności. Jeżeli stosowana jest powietrzna izolacja podstawowa, to należy zapobiegać dostępowi do niebezpiecznych części czynnych lub wstępu do strefy niebezpiecznej przez stosowanie przeszkody, osłony lub obudowy albo umieszczenie poza zasięgiem ręki.

## **Ad B.2. Ochrona przy użyciu ogrodzeń lub obudów**

Części czynne powinny być umieszczone wewnątrz obudów lub ogrodzeń zapewniających stopień ochrony co najmniej IP 2X, z wyjątkiem przypadków gdy niższy stopień ochrony występuje podczas wymiany części, np. w przypadku oprav oświetleniowych, gniazd wtyczkowych i bezpieczników lub gdy większe otwory są konieczne dla właściwego funkcjonowania urządzenia zgodnie z odpowiednimi wymaganiami dotyczącymi tego urządzenia. W takich przypadkach należy:

- przedsięwziąć odpowiednie środki ostrożności w celu zapobieżenia przypadkowemu dotknięciu części czynnych przez ludzi i zwierzęta domowe i
- zapewnić należyłą informację o możliwości dotknięcia części czynnych i ostrzeżenie przed ich świadomym dotknięciem.

Łatwo dostępne górne poziome powierzchnie ogrodzeń i obudów powinny mieć stopień ochrony co najmniej IP 4X.

Ogrodzenia i obudowy powinny być trwale zamocowane, mieć dostateczną stabilność i trwałość, zapewniające utrzymanie wymaganego stopnia ochrony i dostateczne oddzielenie części czynnych w określonych warunkach normalnej eksploatacji, z uwzględnieniem warunków środowiskowych.

Jeżeli konieczne jest usunięcie ogrodzeń lub otwarcie albo usunięcie części obudów, to czynności te powinny być możliwe do wykonania tylko:

- za pomocą klucza lub narzędzia, albo
- po wyłączeniu zasilania części czynnych chronionych przez te ogrodzenia lub obudowy, przy czym ponowne włączenie zasilania powinno być możliwe dopiero po założeniu ogrodzeń lub zamknięciu obudów, lub
- gdy istnieje osłona wewnętrzna o stopniu ochrony nie mniejszym niż IP 2X uniemożliwiająca dotknięcie części czynnych; usunięcie jej powinno być możliwe tylko za pomocą klucza lub narzędzia.

[W sprawach osłon lub obudów wymagania normy PN-EN 61140 są takie same jak normy PN-IEC 60364-4-41.](#)

## **Ad B. 3. Ochrona przy użyciu barier**

Barierzy mają na celu zabezpieczenie przed przypadkowym dotknięciem części czynnych, lecz nie chronią przed dotykiem bezpośrednim spowodowanym rozmyślnym działaniem.

Barierzy powinny utrudniać:

- niezamierzone zbliżenie ciała do części czynnych, lub
- niezamierzone dotknięcie części czynnych w trakcie obsługi urządzeń.

Barierzy mogą być usuwane bez użycia klucza lub narzędzi, lecz powinny być zabezpieczone przed usunięciem niezamierzonym.

[W punkcie 5.1.3. „Przeszkody”, norma PN-EN 61140 stanowi, że przeszkody są przeznaczone dla ochrony osób wykwalifikowanych lub przeszkolonych lecz nie są przeznaczone dla ochrony osób postronnych.](#)

[W czasie pracy instalacji, sieci lub urządzenia przy szczególnych warunkach działania i obsługi przeszkody powinny zabezpieczać przed:](#)

- w przypadku instalacji i urządzenia niskiego napięcia, niezamierzonym zetknięciem się z niebezpieczną częścią czynną,
- w przypadku instalacji i urządzenia wysokiego napięcia, niezamierzonego wstąpienia do strefy niebezpiecznej.

Przeszkody mogą być usuwalne bez użycia klucza lub narzędzia, ale powinny być zabezpieczone przed niezamierzonym usunięciem.

Jeżeli przewodząca przeszkoda jest oddzielona od niebezpiecznych części czynnych jedynie przez izolację podstawową, to jest ona częścią przewodzącą dostępną i powinny być zastosowane środki ochrony przy uszkodzeniu.

#### Ad B. 4 Ochrona polegająca na umieszczeniu poza zasięgiem ręki

Ochrona polegająca na umieszczeniu poza zasięgiem ręki ma na celu tylko zapobieżenie niezamierzonemu dotknięciu części czynnych.

Części czynne o różnych potencjałach, nie powinny znajdować się w zasięgu ręki. Dwie części uważa się za jednocześnie dostępne, jeżeli znajdują się w odległości nie większej niż 2,50 m od siebie. Zasięg ręki odnosi się do bezpośredniego dotknięcia gołą ręką bez użycia innych przedmiotów.

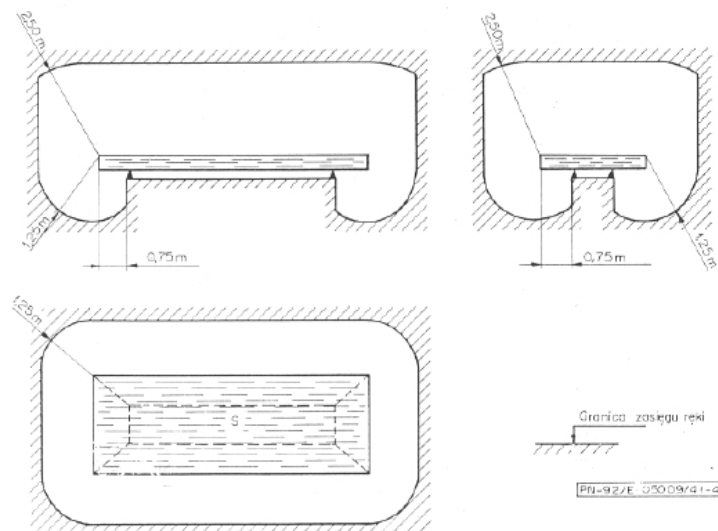
Jeżeli przestrzeń, w której normalnie mogą przebywać ludzie, jest w kierunku poziomym ograniczona przez barierę o stopniu ochrony mniejszym niż IP2X, to zasięg ręki powinien być mierzony od tej bariery. Strefa zasięgu ręki określona jest na rysunku 3.

W punkcie 5.1.4. „Przeszkody”, norma PN-EN 61140 stanowi: Jeżeli poprzednie 3 środki nie mogą być zastosowane, to umieszczenie poza zasięgiem ręki może być odpowiednie dla uniknięcia

- w przypadku instalacji i urządzenia niskiego napięcia, niezamierzonego jednoczesnego dostępu do części przewodzących między którymi może istnieć napięcie niebezpieczne,
- w przypadku instalacji i urządzenia wysokiego napięcia, niezamierzonego wstąpienia do strefy niebezpiecznej.

Dla instalacji niskiego napięcia, części, które są od siebie bardziej odległe niż 2,5 m. są uważane, iż nie są równocześnie dostępne. Jeżeli dostęp mają wyłącznie osoby wykwalifikowane lub poinstruowane, to mogą być dopuszczone mniejsze odstęp.

Jeżeli odległość może być zmniejszona przez przedmioty, które są używane lub trzymane w rękę przez osobę, jak narzędzie lub drabina, komitety techniczne powinny określić stosowne ograniczenia.



S = powierzchnia stanowiska na której może przebywać człowiek

Rys. 3 Strefa zasięgu ręki

Ad B.5. Ochrona uzupełniająca za pomocą urządzeń różnicowoprądowych.

Zastosowanie urządzeń różnicowoprądowych ma na celu tylko zwiększenie skuteczności ochrony przy dotyku bezpośrednim. Stosowanie urządzeń różnicowoprądowych o znamionowym prądzie różnicowym nie przekraczającym 30 mA uważane jest za uzupełnienie ochrony w przypadku nieskutecznego działania innych środków ochrony przed dotykiem bezpośrednim lub w przypadku nieostrożności użytkowników. Urządzenia te nie mogą być jedynym środkiem ochrony i użycie ich nie zwalnia od obowiązku zastosowania jednego ze środków ochrony przed dotykiem bezpośrednim.

### I. 3. OCHRONA PRZED DOTYKIEM POŚREDNIM

#### Ad C.1. Ochrona za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania

Samoczynne wyłączenie zasilania jest wymagane wtedy, gdy ze względu na wartość i czas utrzymywania się napięcia dotykowego w wyniku uszkodzenia izolacji mogą wystąpić niebezpieczne dla ludzi skutki patofizjologiczne.

Ten środek ochrony wymaga koordynacji układu sieci, parametrów przewodów ochronnych i urządzeń ochronnych.

Skuteczność ochrony przez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TN jest zachowana

gdy spełniony jest warunek:

$$Z_s \leq \frac{U_o}{I_a}$$

gdzie:  $Z_s$  - impedancja pętli zwarciowej w [ $\Omega$ ],

$I_a$  - prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w wymaganym czasie 0,2; 0,4 lub 5 s;

$U_o$  - napięcie znamionowe sieci względem ziemi w [V]

W układzie IT nie wymaga się samoczynnego wyłączenia w przypadku pierwszego doziemienia. Wtedy powinien być spełniony warunek:  $R_A \times I_d \leq U_L$

gdzie  $I_d$  – to prąd pojemnościowy przy pojedynczym zwarciu z ziemią,

$R_A$  - suma rezystancji uziemienia uziomu i przewodu ochronnego łączącego części przewodzące dostępne;

$U_L$  - napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwale 50 [V] - warunki środowiskowe normalne oraz 25 i mniej [V] - warunki środowiskowe o zwiększonym niebezpieczeństwie porażenia.

Natomiast przy podwójnym zwarciu z ziemią w układzie IT muszą być spełnione następujące warunki:

- jeżeli nie jest stosowany przewód neutralny to  $Z_s \leq \frac{\sqrt{3} U_o}{2I_a}$

- jeżeli jest stosowany przewód neutralny to  $Z'_s \leq \frac{U_o}{2I_a}$

gdzie:  $Z_s$  - impedancja pętli zwarcia obejmująca przewód fazowy i przewód ochronny [ $\Omega$ ],

$Z'_s$  - impedancja pętli zwarcia obejmująca przewód neutralny i przewód ochronny [ $\Omega$ ],

$I_a$  - prąd [A] zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego w wymaganym czasie określonym w tabeli 1 lub czasie nie dłuższym niż 5 s gdy taki czas jest dopuszczalny.



Tabela 1. – Maksymalny czas wyłączenia w układach IT (dla podwójnego doziemienia)

Napięcie znamionowe instalacji $U_0/U$ [V]	Czas wyłączenia [s]	
	bez przewodu neutralnego	z przewodem neutralnym
120 – 240	0,8	5
230/400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1000	0,1	0,3

Uwagi:

- dla napięć objętych granicami tolerancji określonymi w IEC 38 stosuje się czasy wyłączenia odpowiednie do ich wartości znamionowych.
- dla pośrednich wartości napięć stosuje się wyższą wartość napięcia podaną w tabeli 1.

W układzie TT skuteczność ochrony przeciwporażeniowej zapewnia się przez obniżenie napięcia dotykowego poniżej wartości dopuszczalnej długotrwale, wtedy powinien być spełniony warunek:

$$R_A \times I_a \leq U_L$$

gdzie:  $R_A$  - suma rezystancji uziemienia uziomu i przewodu ochronnego łączącego części przewodzące dostępne;

$I_a$  - prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego w wymaganym czasie;

$U_L$  - napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwale 50 [V] - warunki środowiskowe normalne oraz 25 i mniej [V] - warunki środowiskowe o zwiększonym niebezpieczeństwie porażenia.

Jeżeli urządzeniem ochronnym jest urządzenie różnicowoprądowe to znamionowy prąd wyzwalający  $I_{\Delta n}$  jest prądem  $I_a$

W punkcie 5.2.5. „Samoczynne wyłączenie zasilania”, norma PN-EN 61140 stanowi: Dla samoczynnego zasilania:

- powinien być przewidziany system połączeń wyrównawczych ochronnych, i
- urządzenie ochronne reagujące na prąd zwarciovowy powinno wyłączać jedną lub więcej linii zasilających urządzenie, sieć lub instalację w przypadku uszkodzenia izolacji podstawowej.

Urządzenie ochronne powinno przerywać prąd zwarciovowy w czasie ustalonym przez przepisy. Dla instalacji niskiego napięcia, czas powinien być ustalony zależnie od spodziewanego napięcia dotykowego powstałego na połączeniu wyrównawczym ochronnym.


Dla ustalonych prądów zwarciovowych, które z punktu widzenia ochrony przed porażeniem elektrycznym nie muszą doprowadzić do wyłączenia, może być określone umowne napięcie dotykowe graniczne  $U_L$ .

### Ad C.2. Ochrona polegająca na zastosowaniu urządzeń II klasy ochronności lub o wzmocnionej izolacji równoważnej

Środek ten ma na celu zapobieżenie pojawieniu się niebezpiecznego napięcia na częściach przewodzących dostępnych urządzeń elektrycznych w przypadku uszkodzenia izolacji podstawowej.

Ochronę tą powinny zapewnić następujące urządzenia elektryczne poddane próbom i oznaczone według odpowiednich norm:

- urządzenia mające podwójną lub wzmocnioną izolację (urządzenia II klasy ochronności);
- zespoły urządzeń elektrycznych wykonanych fabrycznie, w pełni izolowanych.

Urządzenia tego rodzaju oznaczone są symbolem 

W urządzeniu elektrycznym, przygotowanym do pracy wszystkie części przewodzące oddzielone od części czynnych tylko izolacją podstawową, powinny być osłonięte obudową izolacyjną zapewniającą stopień ochrony co najmniej IP 2X.

Obudowa izolacyjna powinna być odporna na spodziewane narażenia mechaniczne, elektryczne i termiczne. Pokrycie farbą, pokostem i podobnymi produktami nie uznaje się za spełnienie tego wymagania.

Przez obudowę izolacyjną nie powinny przechodzić części przewodzące umożliwiające przenoszenie potencjału. Obudowa izolacyjna nie powinna zawierać żadnych śrub z materiału izolacyjnego, których zastąpienie śrubami metalowymi mogłoby pogorszyć izolację zapewnioną przez obudowę.

Jeżeli pokrywy lub drzwi obudowy izolacyjnej mogą być otwierane bez użycia klucza, wszystkie części przewodzące, dostępne po otwarciu, powinny znajdować się za przegrodą izolacyjną zapewniającą stopień ochrony co najmniej IP 2X w celu zapobieżenia przypadkowemu dotknięciu tych części przez ludzi. Usunięcie tej przegrody powinno być możliwe tylko z użyciem narzędzi.

Części przewodzące zamknięte w obudowie izolacyjnej NIE powinny być połączone przewodem ochronnym.

Obudowa nie powinna utrudniać działania znajdujących się w niej urządzeń.

Norma PN-EN 61140 wprowadza pojęcie izolacji wzmocnionej i wymaga, że powinna być tak zaprojektowana, aby była zdolna wytrzymać narażenia elektryczne, termiczne, mechaniczne i środowiskowe z tą samą niezawodnością ochrony, jaką zapewnia izolacja podwójna.

Izolacja wzmocniona jest głównie stosowana w instalacjach i urządzeniach niskiego napięcia, lecz nie jest wykluczone stosowanie jej w instalacjach i urządzeniach wysokiego napięcia.

Norma PN-EN 61140 w punkcie 5. 2. 1. „izolacja dodatkowa” stanowi, że izolacja dodatkowa powinna być tak zwymiarowana, aby wytrzymywała te same narażenia jakie są określone dla izolacji podstawowej.

### **Ad C. 3. Ochrona polegająca na izolowaniu stanowiska**

Środek ten ma na celu zapobieżenie równoczesnemu dotknięciu części, które mogą mieć różny potencjał w wyniku uszkodzenia izolacji podstawowej części czynnych. Dopuszczalne jest stosowanie urządzeń klasy 0, jeżeli są spełnione podane poniżej warunki:

- 3.1. Części przewodzące dostępne powinny być tak rozmieszczone, aby w normalnych warunkach człowiek nie mógł dotknąć równocześnie:
  - dwóch części przewodzących lub
  - jednej części przewodzącej i jakiegokolwiek części przewodzącej obcej
 jeżeli te części mogą znaleźć się pod różnymi potencjałami w razie uszkodzenia izolacji podstawowej części czynnych.
- 3.2. Na izolowanym stanowisku nie powinno się umieszczać przewodu ochronnego.
- 3.3. Wymaganie 3.1. jest spełnione, jeżeli stanowisko ma podłogę i ściany izolowane oraz zastosowany jest jeden lub więcej z następujących środków:
  - a) oddalenie części przewodzących dostępnych od części przewodzących obcych, oraz oddalenie od siebie części przewodzących dostępnych. Oddalenie to jest wystarczające, jeżeli odległość między dwoma częściami jest nie mniejsza niż 2 m; odległość ta może być zmniejszona do 1,25 m poza strefą zasięgu ręki.
  - b) umieszczenie skutecznych barier między częściami przewodzącymi dostępnymi a częściami przewodzącymi obcymi, zwiększającymi odległość na drodze równoczesnego dotyku do wartości wg. a. Bariery powinny być nie przyłączone do

ziemi ani części przewodzących dostępnych i wykonane materiałów izolacyjnych.  
c) izolowanie części przewodzących obcych izolacją o dostatecznej wytrzymałości mechanicznej wytrzymującej próbę 2000 V. Prąd upływu do 1 mA.

- 3.4. Rezystancja podłóg i ścian izolowanego stanowiska nie powinna być mniejsza niż:  
-- 50 k $\Omega$  gdy napięcie instalacji nie przekracza 500 V, lub  
-- 100 k $\Omega$  gdy napięcie instalacji przekracza 500 V.  
Jeżeli w jakimkolwiek punkcie rezystancja jest mniejsza od podanych wartości, to z punktu widzenia ochrony przeciwporażeniowej te podłogi i ściany uważa się za części przewodzące obce.
- 3.5. Środki ochrony powinny stanowić wyposażenie stałe i nie powinno być możliwe ograniczenie skuteczności ich działania.
- 3.6. Należy przewidzieć środki zapobiegające przenoszeniu potencjału z zewnątrz na stanowisko izolowane przez części przewodzące obce.

[Norma PN-EN 61140 powyższy temat omawia w punkcie 5. 2. 7. Środowisko nieprzewodzące nie wnosząc dodatkowych wymagań.](#)

#### **Ad C.4. Ochrona za pomocą nieziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych**

Nieziemione połączenia wyrównawcze miejscowe mają na celu zapobieganie pojawianiu się niebezpiecznych napięć dotykowych.

- 4.1. Przewody połączeń wyrównawczych miejscowych powinny łączyć między sobą wszystkie części przewodzące jednocześnie dostępne i części przewodzące obce.
- 4.2. System połączeń wyrównawczych miejscowych nie powinien mieć połączenia elektrycznego z ziemią przez części przewodzące dostępne lub części przewodzące obce.
- 4.3. Należy przewidzieć środki ostrożności zapobiegające narażeniu na niebezpieczną różnicę potencjałów osób wchodzących do przestrzeni z połączeniami wyrównawczymi miejscowymi

#### **Ad C.5. Ochrona za pomocą separacji elektrycznej.**

Separacja elektrycznego obwodu ma na celu zabezpieczenie przed prądem wraźniowym przy dotyku do części przewodzących dostępnych, które mogą znaleźć się pod napięciem w wyniku uszkodzenia izolacji podstawowej obwodu.

- 5.1. Obwód powinien być zasilany ze źródła separacyjnego tj.:  
-- transformatora separacyjnego lub  
-- źródła zapewniającego taki poziom bezpieczeństwa jaki zapewnia transformator separacyjny, np. przetwornica z uzwojeniami zapewniającymi równoważną izolację.
- 5.2. Napięcie obwodu separowanego nie powinno przekraczać 500 V. Zaleca się, aby w obwodzie separowanym iloczyn napięcia w V i łącznej długości oprzewodowania w m nie przekraczał 100 000 i aby łączna długość oprzewodowania nie przekraczała 500.
- 5.3. Części czynne obwodu separowanego w żadnym punkcie nie powinny być połączone z innym obwodem.
- 5.4. Przewody łączeniowe giętkie powinny być widoczne w miejscach, w których mogą ulec uszkodzeniu i powinny być rodzaju ... (reszta w opracowaniu)
- 5.5. Części przewodzące dostępne obwodu separowanego nie powinny być przyłączone do przewodu ochronnego oraz do części przewodzących dostępnych innych obwodów.
- 5.6. Części czynne dostępne obwodu separowanego powinny być połączone między sobą przez izolowane nieziemione przewody wyrównawcze.

- 5.7. Wszystkie gniazda wtyczkowe powinny mieć styki ochronne przyłączone do systemu połączeń wyrównawczych izolowanymi nieuziemiającymi przewodami wyrównawczymi.
- 5.8. Wszystkie przewody giętkie z wyjątkiem zasilających urządzenia II klasy ochronności powinny mieć żyłę ochronną do połączenia wyrównawczego.
- 5.9. W przypadku podwójnego zwarcia dwóch części przewodzących zasilanych przez przewody o różnej biegunowości do części przewodzących dostępnych, urządzenie ochronne powinno zapewnić wyłączenie w wymaganym czasie.

Norma PN-EN 61140 wprowadza dodatkowe wymagania dla separacji ochronnej pomiędzy obwodami.

Separacja ochronna pomiędzy obwodem i innymi obwodami powinna być osiągnięta za pomocą:

- ✓ Izolacji podstawowej i izolacji dodatkowej, każdej z nich przewidzianej na występujące najwyższe napięcie, to jest izolacji podwójnej, lub
- ✓ Izolacji wzmocnionej przewidzianej na występujące najwyższe napięcie, lub
- ✓ Ekranowania ochronnego, które powinno składać się z przewodzącego ekranu umieszczonego między częściami czynnymi niebezpiecznymi instalacji, sieci lub urządzenia i częścią chronioną.

Ekran ochronny :

- powinien być przyłączony do systemu połączeń wyrównawczych ochronnych instalacji, sieci rozdzielczej lub urządzenia i połączenia te powinny spełniać wymagania dla ochronnych połączeń wyrównawczych i
- powinien spełniać wymagania dla elementów systemu połączeń wyrównawczych ochronnych, z których wynika, że system połączeń wyrównawczych ochronnych powinien mieć dostatecznie małą impedancję, aby uniknąć niebezpiecznej różnicy potencjałów pomiędzy częściami w przypadku uszkodzenia izolacji i jeżeli jest to konieczne, powinien być użyty łącznie z urządzeniem ochronnym działającym pod wpływem prądu zwarciovego. Maksymalna różnica potencjału i czas jej utrzymywania się powinny być zgodne z wymaganiem normy o skutkach działania prądu na ludzi i zwierzęta, czyli nie powinna przekraczać napięcia dopuszczalnego długotrwale i trwać możliwie krótko

## **II POLSKA NORMA PN-EN 61140 projekt roboczy z 2004-01-30 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym – Wspólne aspekty instalacji i urządzeń**

Norma ta została opracowana przez polski KT nr 55 Instalacji Elektrycznych i Ochrony odgromowej Obiektów Budowlanych

Jest tłumaczeniem – bez zmian – angielskiej wersji normy europejskiej EN 61140:2002 stanowiącej wprowadzenie – bez zmian - normy międzynarodowej IEC 61140:2001

Norma zawiera dwa krajowe załączniki informacyjne:

- NA, którego treścią jest wykaz dokumentów normatywnych powołanych w tekście normy europejskiej i ich odpowiedników krajowych;
- NB, którego treścią jest wykaz, w kolejności alfabetycznej, terminów wraz z ich angielskimi odpowiednikami z podaniem podpunktu normy, w którym zostały użyte.

Normę PN-EN 61140 stosuje się przy ochronie ludzi i zwierząt przed porażeniem prądem elektrycznym. Jej celem jest podanie podstawowych zasad i wymagań, które są wspólne dla instalacji, sieci i urządzeń elektrycznych lub niezbędne do ich koordynacji.

Norma ta została opracowana dla instalacji, sieci i urządzeń bez ograniczenia wysokości napięcia.

W normie są rozdziały odnoszące się do sieci, instalacji i urządzeń niskiego i wysokiego napięcia. Dla celów tej normy napięciem niskim jest napięcie znamionowe do 1000 V a. c. lub 1500 V d. c. napięciem wysokim jest każde napięcie znamionowe przekraczające 1000 V a. c. lub 1500 V d. c.

Wymagania tej normy wykorzystuje się tylko wtedy, gdy są one włączone lub powołane w stosowanych normach. Nie jest ona przeznaczona do użytku jako niezależna od innych norm.

Oprócz przedmowy i wprowadzenia norma zawiera 8 punktów stanowiących treść tej normy.

W punkcie 3 „Określenia”, zawarte jest 40 określeń związanych z ochroną przeciwporażeniową, używanych w tej i innych normach, zawierających objaśnienia uściślające znaczenie każdego z nich, w języku polskim i angielskim.

### **Podstawowa zasada ochrony przed porażeniem elektrycznym**

W punkcie 4 „Podstawowa zasada ochrony przed porażeniem elektrycznym”, norma wymaga aby:

Części czynne niebezpieczne nie powinny być dostępne, a części przewodzące nie powinny być niebezpiecznymi:

- w warunkach normalnych (działające w sposób przewidziany, i braku uszkodzenia), lub
- w przypadku pojedynczego uszkodzenia.

Jako ochrona podstawowa wg normy konieczne jest spełnienie podstawowej ochrony przed porażeniem elektrycznym w warunkach normalnych.

Wszystkie środki ochrony powinny być tak projektowane i konstruowane, aby były skuteczne przez cały okres spodziewanego użytkowania instalacji, sieci lub urządzenia zgodnie z przeznaczeniem i przy właściwej konserwacji.

Środowisko powinno być brane pod uwagę przez zastosowanie klasyfikacji wpływów zewnętrznych zgodnie z wymaganiami wieloarkuszowej normy PN-EN 60721 „Klasyfikacja warunków środowiskowych”. Szczególną uwagę wiąże się z temperaturą otoczenia, warunkami klimatycznymi, obecnością wody, narażeniami mechanicznymi, kompetencją personelu i powierzchnią styku ludzi i zwierząt z potencjałem ziemi.

### **Warunki pojedynczego uszkodzenia**

W punkcie 4.2. omówione są warunki pojedynczego uszkodzenia, które powinny być brane pod uwagę w przypadku gdy:

- dostępna niebezpieczna część czynna staje się częścią czynną niebezpieczną, lub
- część przewodząca dostępna, która nie jest pod napięciem w warunkach normalnych, staje się niebezpieczną częścią pod napięciem, lub
- część przewodząca staje się dostępną.

Konieczne jest spełnienie podstawowej zasady w warunkach pojedynczego uszkodzenia, co przedstawia norma PN-EN 61140 jako ochronę w przypadku uszkodzenia. Ochrona ta może być uzyskana przez:

- dodatkowy środek ochrony, niezależny od ochrony podstawowej, lub
- wzmocniony środek ochrony, który stanowi równocześnie ochronę podstawową i ochronę w przypadku uszkodzenia.

Dla instalacji, sieci i urządzeń niskiego napięcia ochrona w przypadku uszkodzenia zwykle odpowiada ochronie przy dotyku pośrednim jak podaje norma PN-IEC 60364-4-41, głównie ze względu na uszkodzenia izolacji.

Norma PN-EN 61140 przewiduje ochronę przez dwa niezależne środki ochrony. Każdy z dwóch niezależnych środków ochrony powinien być tak zaprojektowany, aby uszkodzenie było nieprawdopodobne w warunkach określonych przez określony komitet techniczny danego kraju.

W punkcie 5.1.7. „Sterowanie rozkładu potencjału” norma PN-EN 61140 wymaga, że w przypadku instalacji i urządzenia wysokiego napięcia sterowanie rozkładu potencjału powinno chronić ludzi i zwierzęta przed niebezpiecznym napięciem krokowym i napięciem dotykowym w warunkach normalnych przez zastosowanie uziomu sterowania potencjału.

W punkcie 5.1.8. „Inne środki” norma PN-EN 61140 stanowi, że każdy środek ochrony podstawowej powinien odpowiadać podstawowej zasadzie ochrony przed porażeniem elektrycznym omówionym w punkcie 4.

W punkcie 5.2. „Środki ochrony przy uszkodzeniu” norma PN-EN 61140 stanowi, że ochrona przy uszkodzeniu powinna składać się z jednego lub większej liczby środków niezależnych i dodatkowych, poza środkami ochrony podstawowej.

W punkcie 6. 9. „Ochrona przez inne środki” norma PN-EN 61140 stanowi, że każdy inny środek ochrony powinien być zgodny z zasadą podstawową (wg. p 4) i powinien zapewniać ochronę podstawową oraz ochronę w przypadku uszkodzenia.

W punkcie 7. normy PN-EN 61140 „Koordynacja urządzeń elektrycznych i środków ochronnych w instalacjach elektrycznych” norma stanowi, że ochrona jest osiągana przez kombinację rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń i wyposażenia razem ze sposobem ich zainstalowania. Zaleca się komitetom technicznym stosowanie środków ochronnych omówionych w punkcie 6 normy.

### **Klasyfikacja urządzeń**

Urządzenia elektryczne są sklasyfikowane i w normie podano środki ochrony przeciwporażeniowej dla poszczególnych klas.


**Urządzenia klasy 0** to urządzenia z izolacją podstawową jako środkiem ochrony podstawowej i bez warunków dla ochrony przy uszkodzeniu.

Wszystkie części przewodzące, które nie są oddzielone od niebezpiecznych części czynnych co najmniej przez izolację podstawową powinny być traktowane jako niebezpieczne części czynne.

**Urządzenia klasy I** to urządzenia z izolacją podstawową jako środkiem ochrony podstawowej i połączeniami wyrównawczymi ochronnymi, jako środkiem ochrony w przypadku uszkodzenia.

Wszystkie części przewodzące, które nie są oddzielone od niebezpiecznych części czynnych co najmniej przez izolację podstawową powinny być traktowane jako niebezpieczne części czynne. Dotyczy to także części przewodzących, które są oddzielone przez izolację podstawową, ale które są połączone z niebezpiecznymi częściami czynnymi przez elementy, które nie są przeznaczone do tych samych narażeń, jakie są określone dla izolacji podstawowej.

Części przewodzące dostępne powinny być połączone z zaciskiem połączenia ochronnego.

Elementy połączeniowe, z wyjątkiem łączników wtyczkowych, powinny być łatwe do identyfikowania za pomocą symbolu  albo za pomocą liter PE, albo przez kombinację dwubarwną zielono-żółtą. Oznaczenie nie powinno być zamocowywane śrubami, podkładkami lub innymi elementami, które mogą być usunięte podczas przyłączania przewodów.

Dla urządzenia przyłączanego przewodem giętkim, połączenie powinno być tak wykonane, aby przewód ochronny w przewodzie giętkim w przypadku zerwania, był ostatnim przewodem, który ulega zerwaniu.

**Urządzenia klasy II** to urządzenia z izolacją podstawową jako środkiem ochrony podstawowej, i z izolacją dodatkową jako środkiem ochrony w przypadku uszkodzenia, lub w którym ochrona podstawowa i ochrona przy uszkodzeniu są zapewnione przez izolację wzmocnioną.

Dostępne części przewodzące i dostępne części z materiałów izolacyjnych powinny być albo

- oddzielone od niebezpiecznych części czynnych przez izolację podwójną lub wzmocnioną, lub


- zaprojektowane w sposób zapewniający ochronę równoważną np. z urządzeniem ochronnym impedancyjnym, które powinno niezawodnie ograniczać prąd dotykowy do wartości dopuszczalnych..

Wszystkie części przewodzące, które są oddzielone od niebezpiecznych części tylko izolacją podstawową lub zaprojektowane w sposób zapewniający izolację równoważną, powinny być oddzielone od dostępnej powierzchni izolacją dodatkową, lub zaprojektowane w sposób zapewniający ochronę równoważną. Jeżeli tak nie jest to powinny być traktowane jakby były niebezpiecznymi częściami.

Obudowa nie powinna zawierać żadnych śrub lub innych środków mocowania z materiałów izolacyjnych, jeżeli te śruby i inne środki mocowania muszą być usuwane lub są możliwe do usunięcia podczas instalowania lub konserwacji, i których zastąpienie przez metalowe śruby lub inne środki mocowania może osłabić wymaganą izolację.

Części przewodzące, których dotyk jest możliwy i części pośrednie nie powinny być w sposób zamierzony połączone przewodem ochronnym.

Urządzenie II klasy może być wyposażone w elementy do funkcjonalnego połączenia z ziemią (innego niż ochronne), jeżeli jest to konieczne. Takie środki powinny być izolowane od części czynnych przez izolację podwójną lub wzmocnioną.


Urządzenie II klasy powinno być oznaczone symbolem graficznym  umieszczonym w sąsiedztwie informacji o zasilaniu, np. na tabliczce znamionowej.

**Urządzenia klasy III** to urządzenia, których napięcie jest ograniczone do ELV, wyposażone w ochronę podstawową i nie wyposażone w ochronę przy uszkodzeniu.

Urządzenie powinno być przystosowane do połączenia z układem o napięciu znamionowym nie przekraczającym 50 V a. c. i 120 V d. c. (nietętniącego). Prąd nietętniący to umownie określony prąd zawierający składową sinusoidalną o wartości skutecznej nie przekraczającej 10 % wartości prądu stałego.

W przypadku pojedynczego uszkodzenia w urządzeniu, ustalone napięcie dotykowe, które może się pojawić lub być wytworzone nie powinno przekraczać 50 V a. c. i 120 V d. c.

Urządzenie III klasy nie powinno umożliwiać żadnych połączeń z przewodem ochronnym. Urządzenie może być wyposażone w element do funkcjonalnego połączenia z ziemią, tylko wtedy, gdy jest to konieczne.

Urządzenie powinno być oznaczone symbolem . Wymaganie to nie ma zastosowania wtedy, gdy środki przyłączania do źródła zasilania są tak ukształtowane, że mogą być przeznaczone wyłącznie do SELV i PELV.

W punkcie 7. 5.1. „**Prądy dotykowe**” norma PN-EN 61140 stanowi, że powinny być podjęte takie działania, aby części dostępne, momencie dotknięcia, nie powodowały ryzyka porażenia. Prądy dotykowe powinny być mierzone zgodnie z normą IEC 60990. Jeżeli

dopuszcza się wzrost prądu dotykowego w przypadku uszkodzenia komitety producentów powinny określić dopuszczalne warunki oraz dopuszczalny wzrost prądu.

W punkcie 7. 5.2. „**Prądy przewodu ochronnego**” norma PN-EN 61140 stanowi, że powinny być podjęte takie działania, aby nie dopuścić w instalacjach i urządzeniach do nadmiernego wzrostu prądu przewodu ochronnego pogarszającego bezpieczeństwo lub normalne korzystanie z instalacji elektrycznej. Powinna być zapewniona kompatybilność dla prądów wszystkich częstotliwości, dopływających i generowanych przez urządzenia.

W punkcie 7. 5. 2. 2. norma PN-EN 61140 podaje wartości graniczne prądu przemiennego dla urządzeń wtyczkowych.

a) dla elektrycznych urządzeń wtyczkowych zasilanych przez jedno- lub wielofazowe gniazdo wtyczkowe o znamionowym prądzie do 32 A włącznie, prądy podaje tabela 2

b) dla urządzeń elektrycznych do stałego podłączenia lub urządzeń wtyczkowych o znamionowym prądzie większym niż 32 A, prądy podaje tabela 3.

c) dla urządzeń elektrycznych do stałego podłączenia przewidzianych do połączenia z zastosowaniem wzmocnionego przewodu ochronnego komitety powinny określić najwyższe prądy przewodu ochronnego, które nie powinny przekraczać 5 % znamionowego prądu wejściowego na fazę.

Tabela 2 wartości prądów dla urządzenia wtyczkowego o znamionowym prądzie do 32 A

Prąd znamionowy urządzenia	Maksymalny prąd przewodu ochronnego
$\leq 4$ A	2 mA
$> 4$ A lecz $\leq 10$ A	0,5 mA/A
$> 10$ A	5 mA

Tabela 3 wartości prądów dla urządzeń elektrycznych do stałego podłączenia lub urządzeń wtyczkowych o znamionowym prądzie większym niż 32 A

Prąd znamionowy urządzenia	Maksymalny prąd przewodu ochronnego
$\leq 7$ A	3,5 mA
$> 7$ A lecz $\leq 20$ A	0,5 mA/A
$> 20$ A	10 mA

Komitety producentów powinny rozważyć, że w instalacji mogą być zastosowane urządzenia różnicowoprądowe i w jakich przypadkach prąd przewodu ochronnego powinien być kompatybilny z zastosowanym urządzeniem ochronnym.

W punkcie 7. 5. 2. 3. norma PN-EN 61140 stanowi, że w normalnych warunkach urządzenia prądu przemiennego nie powinny generować prądu ze składową prądu stałego w przewodzie ochronnym, która mogłaby wpływać niewłaściwie na działanie urządzeń różnicowoprądowych lub innych urządzeń.

W punkcie 7. 5. 2. 4. norma PN-EN 61140 wymaga, aby urządzenia podłączone do obwodów wzmocnionego przewodu ochronnego gdy prąd w nim przekracza 10 mA były następująco wyposażone w:

— zacisk łączeniowy do połączenia z przewodem ochronnym, który powinien umożliwiać przyłączenie co najmniej przewodu 10 mm Cu lub 16 mm Al., lub



— drugi zacisk przeznaczony do połączenia z przewodem ochronnym o tym samym przekroju jaki jest przewidziany dla normalnego przewodu ochronnego, tak aby można było przyłączyć drugi przewód ochronny.

W urządzeniach tych ma być zapewnione bezpieczne i niezawodne połączenie z ziemią zgodnie z PN-IEC 60364-5-54, która wymaga: „— połączenie przewodu uziemiającego z uziemem powinno być wykonane w sposób pewny i trwały pod względem mechanicznym i elektrycznym.

Dla urządzenia przewidzianego do stałego połączenia z wzmocnionym przewodem ochronnym, producent powinien podać w dokumentacji wartość prądu w przewodzie ochronnym oraz wskazania dotyczące instalacji, aby urządzenie było zainstalowane zgodnie z wymaganiem normy.

W punkcie 7. 6. „Graniczne strefy bezpieczeństwa i tablice ostrzegawcze w instalacji wysokiego napięcia” norma PN-EN 61140 wymaga, by rozwiązanie instalacji wysokiego napięcia było takie, aby ograniczało dostęp do strefy niebezpiecznej. Należy brać po uwagę możliwość dostępu celem wykonania czynności operacyjnych i konserwacyjnych dla osób wykwalifikowanych i poinstruowanych. Tam gdzie bezpieczna odległość nie może być zachowana powinny być zainstalowane stałe urządzenia ochronne. Odpowiednie wartości odległości powinny być ustalone w przepisach.

W punkcie 8. norma PN-EN 61140 omawia szczególne warunki działania i obsługi instalacji elektrycznych np.

- pracy pod napięciem,
- pracy przy wyłączonym napięciu,
- pracy w pobliżu części czynnych.

I stanowi, że są to zadania do opracowanie przez komitety krajowe.

W Polsce ten temat jest zrealizowany rozporządzeniem Ministra Gospodarki z 17 września 1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach instalacjach energetycznych (Dz. U. nr 80/1999, poz. 912).

W punkcie 8.1.2.1. **Umieszczenie urządzeń i elementów** norma PN-EN 61140 wymaga, że urządzenia powinny być tak zaprojektowane i zainstalowane, aby przyrządy i elementy były dostępne i widoczne dla osób znajdujących się w pozycji, w której mogą wyraźnie i bezpiecznie obsługiwać przyrządy i wymieniać elementy.

W punkcie 8.1.2.2. **Dostępność i obsługiwane** norma PN-EN 61140 wymaga, że droga dostępu i przestrzeń niezbędna dla obsługi powinna być taka, aby ochrona przed niezamierzonym stykiem z częściami niebezpiecznymi lub przed niezamierzonym wejściem do strefy niebezpiecznej była zapewniona przez odpowiednią odległość, określoną przepisach.

Gdy droga dostępu lub przestrzeń są mniejsze niż odpowiedni odstęp od części czynnych niebezpiecznych, powinny być zastosowane przeszkody zapewniające ochronę przed niezamierzonym dotknięciem. Stopień ochrony nie powinien być mniejszy niż IP2X z kierunku zbliżania do urządzenia i nie mniejszy niż IP1X z innych kierunków.

W ostatnim punkcie 8.2. „**Wartości elektryczne po odłączeniu izolacyjnym**” norma stanowi, że jeżeli ochrona polega na odłączeniu izolacyjnym niebezpiecznych części czynnych od zasilania, pojemności powinny być samodzielnie rozładowane tak, aby po 5 s od odłączenia izolacyjnego nie były przekroczone wartości graniczne napięcia, czyli były poniżej górnej granicy ELV.

Jeżeli warunki te nie są spełnione powinny być przewidziane łatwo widoczne napisy ostrzegawcze, podające czas rozładowania do wartości granicznej.

Po odłączeniu izolacyjnym, szczególnie na wysokim napięciu, należy uwzględnić, że:

- kondensatory mogą mieć duży ładunek resztkowy,
- indukcyjności, np. uzwojenia transformatora, mogą mieć duży nierozładowany ładunek przez relatywnie długi okres czasu.

### III POLSKA NORMA PN-HD 308 S2

#### Identyfikacja żył w kablach i przewodach oraz w przewodach sznurowych

Norma ta została opracowana przez polski KT nr 55 Instalacji Elektrycznych i Ochrony odgromowej Obiektów Budowlanych. Jest tłumaczeniem – bez zmian – angielskiej wersji Dokumentu Harmonizacyjnego HD 308 S2:2001.

Norma zawiera krajowy załącznik informacyjny NA, którego treścią jest wykaz norm i dokumentów powołanych normatywnie w treści Dokumentu Harmonizacyjnego i ich odpowiedników krajowych;

Niniejszy Dokument Harmonizacyjny dotyczy identyfikacji żył kabli i przewodów w tym przewodów giętkich i sznurowych na napięcie znamionowe nie wyższe niż górna granica II zakresu napięcia tj. 1000 V a. c. lub 1500 V d. c.

Dokument ten ma zastosowanie do:

- instalacji elektrycznych,
- układów rozdzielczych,
- zasilania stałych lub ruchomych odbiorników energii elektrycznej i
- przewodów sznurowych do urządzeń przenośnych.

Żyły kabli i przewodów wielożyłowych oraz przewodów sznurowych powinny być oznaczane kolorami podanymi w tablicach 1 i 2. W tablicach tych podano kolory żył w zależności od ilości żył, a w przypadku kabli i przewodów czterożyłowych lub pięciożyłowych podano kolejność występowania poszczególnych kolorów.

Identyfikacja za pomocą kolorów nie jest wymagana w przypadku przewodów koncentrycznych, żył płaskich przewodów giętkich bez powłoki oraz przewodów w izolacji z materiału, który nie może być oznaczany kolorem, np. przewody o izolacji mineralnej.

Tablica 1 Kable i przewody oraz przewody sznurowe z żyłą zielono-żółtą

Liczba żył	Kolory żył <sup>b</sup>				
	Żyła ochronna	Żyła robocza (czynna)			
3	Zielono-żółty	Niebieski	Brązowy		
4 <sup>a</sup>	Zielono-żółty	-	Brązowy	Czarny	Szary
4	Zielono-żółty	Niebieski	Brązowy	Czarny	
5	Zielono-żółty	Niebieski	Brązowy	Czarny	Szary

a Tylko dla wybranych zastosowań.

b W tablicy tej niez izolowane przewody koncentryczne takie jak metalowa powłoka, druty pancerza czy druty żyły powrotnej nie są określane jako żyła. Przewód koncentryczny jest identyfikowany swoim położeniem i dlatego nie wymaga się jego oznaczenia kolorem.

Tablica 2 Kable i przewody oraz przewody sznurowe bez żyły zielono-żółtej

Liczba żył	Kolory żył <sup>b</sup>				
2	Niebieski	Brązowy			
3	-	Brązowy	Czarny	Szary	
3 <sup>a</sup>	Niebieski	Brązowy	Czarny		
4	Niebieski	Brązowy	Czarny	Szary	
5	Niebieski	Brązowy	Czarny	Szary	Czarny

a Tylko dla wybranych zastosowań.

b Nieizolowane przewody koncentryczne takie jak metalowa powłoka, druty pancerza czy druty żyły powrotnej nie są określane jako żyła. Przewód koncentryczny jest identyfikowany swoim położeniem i dlatego nie wymaga się jego oznaczenia kolorem.

### Kable i przewody jednożyłowe

W przypadku kabli jednożyłowych w powłoce oraz przewodów w izolacji powinny być stosowane niżej podane kolory izolacji:

- kombinacja kolorów zielonego i żółtego dla oznaczania przewodu ochronnego oraz kolor niebieski dla oznaczania przewodu neutralnego,
- kolory brązowy, czarny i szary dla oznaczania przewodów fazowych.