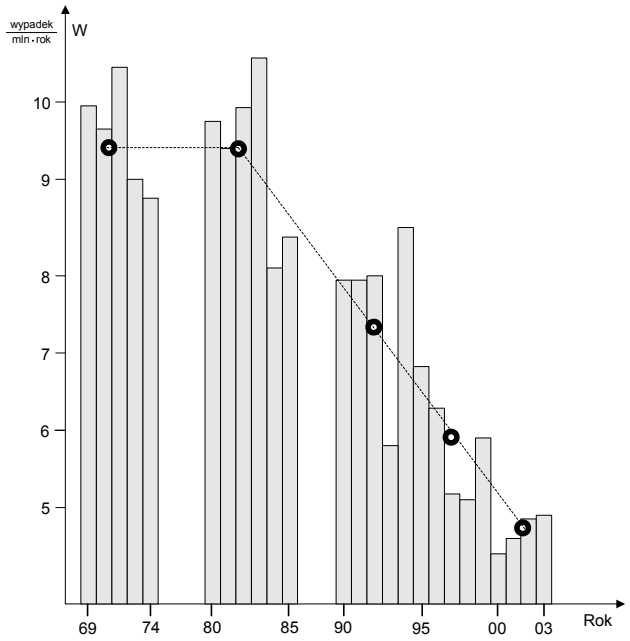
WYKŁAD 1, 3, 4, 5, 6

1. WYPADKI, DZIAŁANIE PRĄDU NA ORGANIZM LUDZKI, PODSTAWY OCHRONY PRZECIWPORAŻENIOWEJ

Na bezpieczeństwo człowieka posługującego się urządzeniami elektrycznymi lub wykonującego prace przy urządzeniach elektrycznych najważniejszy wpływ mają następujące czynniki:

- stan techniczny instalacji i urządzeń elektrycznych,
- sposób posługiwania się urządzeniami (organizacja pracy przy urządzeniach),
- kwalifikacje człowieka (użytkownika),
- warunki środowiskowe użytkowania urządzeń.

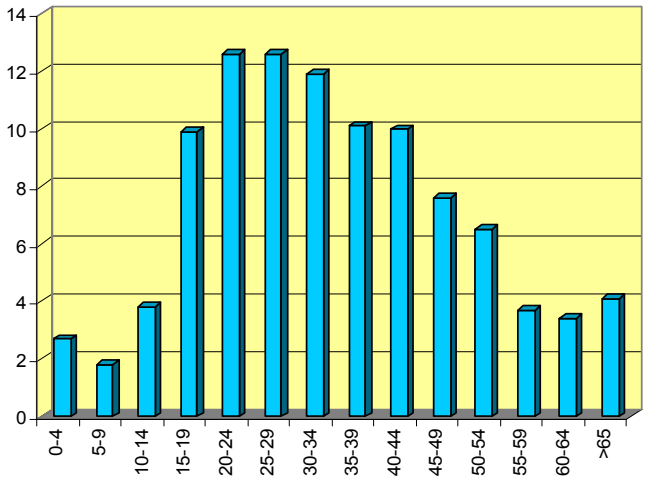
Statystyka wypadków porażeń prądem elektrycznym w Polsce



Wypadki porażeń prądem elektrycznym w Polsce w latach 1970-2003

Tabela 1. Procentowy rozkład śmiertelnych wypadków porażeń prądem elektrycznym w Polsce w latach 1970 – 2003

Rok	Mężczyźni	Kobiety	Miasto	Wieś
1970-1975	86	14	41	59
1980-1985	88	11	38	62
1990-1995	90	10	43	57
1996-1999	90	10	44	56
2000-2003	90	10	46	54



Średni procentowy rozkład śmiertelnych wypadków porażeń prądem elektrycznym w grupach wieku ludności Polski w latach 1980-2003

2. Działanie prądu elektrycznego na organizm człowieka zależy od:

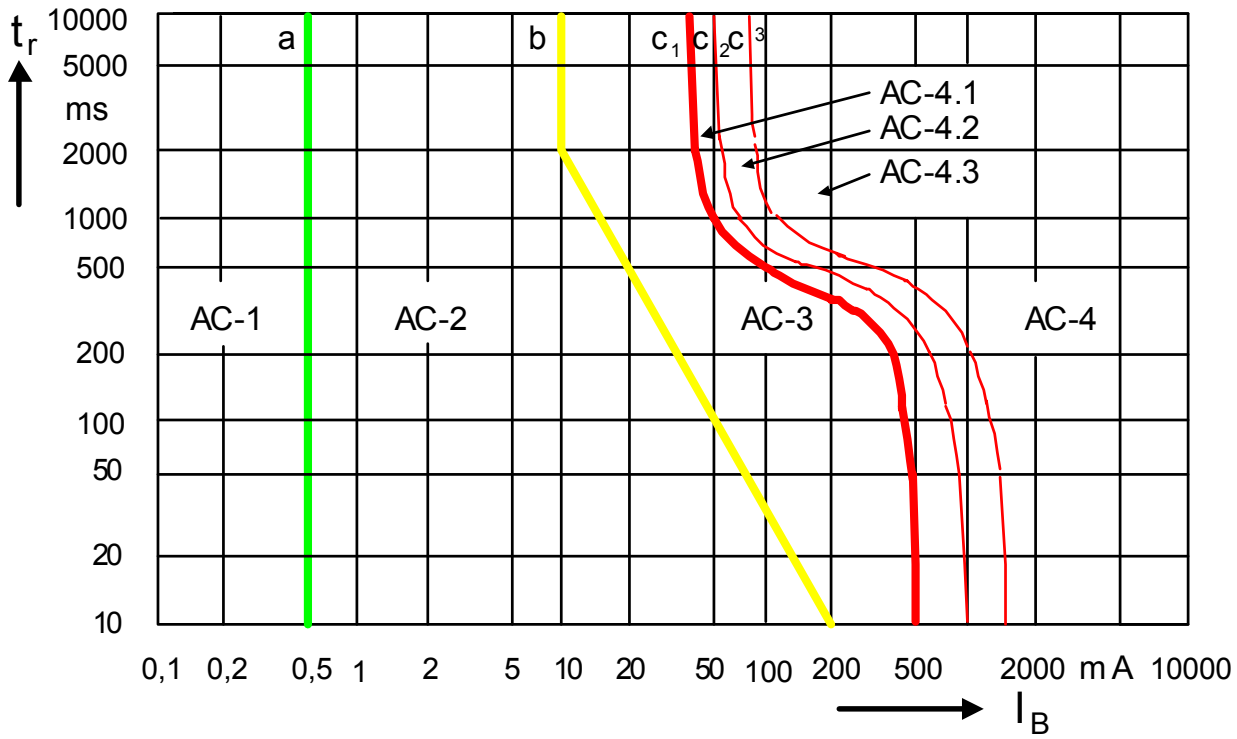
- wartości napięcia (do 1 kV i powyżej 1 kV),
- natężenia prądu rażeniowego,
- czasu przepływu prądu rażeniowego,
- drogi przepływu prądu przez ciało człowieka,
- rodzaju prądu rażeniowego:
  - prąd przemienny,
  - impulsy prądowe,
  - prąd stały,
  - częstotliwości prądu przemiennego,

Skutki bezpośrednie działania prądu elektrycznego:

- odczuwanie bólu i skurcze mięśni, co prowadzi do uniemożliwienia samouwolnienia się, a nawet do złamania kości,
- zaburzenia krążenia krwi, oddechu, funkcjonowania zmysłów wzroku, słuchu i utrzymania równowagi,
- oparzenia skóry i organów wewnętrznych,
- elektroliza krwi i płynów ustrojowych,
- utrata przytomności,
- migotanie komór serca (fibrylacja), zazwyczaj prowadzące do śmierci.

Skutki pośrednie działania prądu elektrycznego:

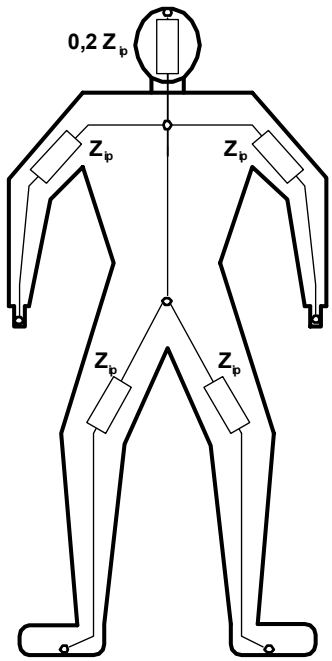
- urazy mechaniczne ciała w wyniku upuszczenia trzymanego przedmiotu,
- upadki z wysokości,
- oparzenia spowodowane oddziaływaniem termicznym elementów nagrzanych wskutek przepływu prądu zwarciowego,
- pożary,
- skutki oddziaływania łuku elektrycznego.



Strefy czasowo-prądowe skutków fizjologicznych prądów rażeniowych przemiennych o wartości do 10 A i częstotliwości od 15 Hz do 100 Hz, płynących na drodze lewa ręka – obie stopy. Oznaczenia granic stref: a – próg odczuwania i reakcji, b - granica samouwolnienia, c – próg fibrylacji komór serca

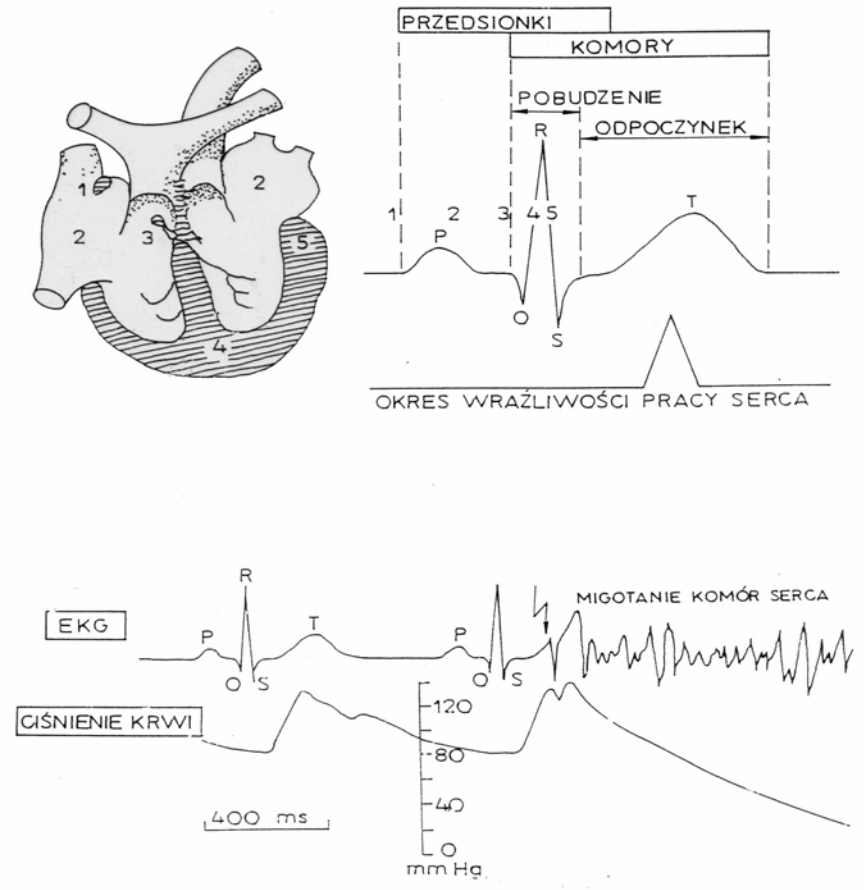
Tabela 2. Skutki fizjologiczne przepływu prądu przemiennego przez ciało człowieka w strefach czasowo-prądowych

Oznaczenie strefy	Granice strefy	Skutki rażenia prądem elektrycznym
AC – 1	< a	Zwykle brak reakcji.
AC – 2	a do b[1)]	Zwykle brak szkodliwych skutków fizjologicznych.
AC – 3	b do c_1	Zwykle brak uszkodzeń organicznych. Prawdopodobieństwo pojawienia się skurczów mięśni i trudności w oddychaniu przy czasach rażenia dłuższych od 2 s. Odwracalne zakłócenia przy powstawaniu bodźców i pobudzaniu serca. Możliwość powstawania przejściowego migotania przedsionków serca i przejściowego zatrzymania pracy serca (zakłócenia wzrastające wraz ze wzrostem prądu).
AC – 4	> c_1	Niebezpieczeństwo wystąpienia skutków patofizjologicznych takich jak: zatrzymanie pracy serca, zatrzymanie oddechu, poważne oparzenia (niebezpieczeństwo rośnie wraz ze wzrostem prądu).
AC – 4.1		Prawdopodobieństwo migotania komór serca wzrasta do ok. 5%.
AC – 4.2	c_1 do c_2	Prawdopodobieństwo migotania komór serca wzrasta od ok. 5% do ok. 50%.
	c_2 do c_3	
AC – 4.3	> c_3	Prawdopodobieństwo migotania komór serca wzrasta powyżej 50%.
1) Dla czasów rażenia krótszych od 10 ms linia graniczna b ma stałą wartość 200 mA.		



Uproszczony rysunek schematyczny impedancji wewnętrznej ciała człowieka:
Z_{ip} – impedancja wewnętrzna częściowa kończyny (ramienia lub nogi)
Uwaga: Impedancja wewnętrzna na drodze:
- od jednej ręki do obydwu stóp wynosi około 75%,
- od obydwu rąk do obydwu stóp wynosi około 50%
- od obydwu rąk do tułowia wynosi około 25% impedancji na drodze ręka-ręka lub ręka-stopa

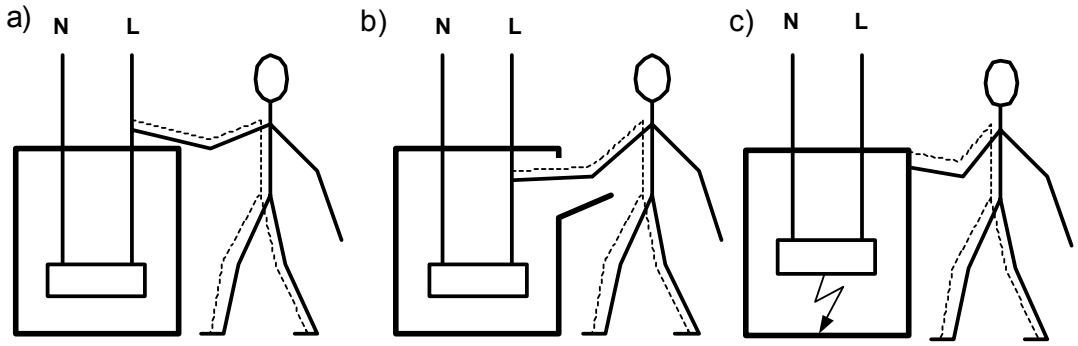
Rezystancja modelowa ciała ludzkiego na drodze ręka-nogi wynosi 1000 Ω (tylko 5 % ludzi ma przy napięciu równym 250 V mniejszą rezystancję ciała).



Zapis EKG zdrowego człowieka i podczas migotania komór serca. W czasie migotania ustaje krążenie krwi w organizmie i po około 2 sekundach dochodzi do stanu śmierci klinicznej

3. CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA STAN ZAGROŻENIA PORAŻENIOWEGO

Bezpośrednią przyczyną przepływu prądu rażeniowego jest równoczesne dotknięcie przez rażonego dwóch części przewodzących o różnych potencjałach. Zwykle jest spowodowane równoczesnym dotknięciem części przewodzącej urządzenia elektrycznego i części przewodzącej obcej (części przewodzącej nie będącej częścią urządzenia elektrycznego). Najczęściej częściami przewodzącymi obcymi są przewodzące stanowiska mające potencjał ziemi (stanowisko na podłodze wykonanej z betonu, lastryko, pokrytej płytkami ceramicznymi, stanowisko na ziemi poza pomieszczeniem) lub przewodzące, uziemione elementy znajdujące się w pobliżu urządzenia, takie jak: metalowe rury wodociągowe, metalowe rury i elementy instalacji ogrzewczej, gazowej, metalowe elementy konstrukcyjne budowli itp.
Rozróżnia się przy tym dwa rodzaje rażeń prądem elektrycznym:



Rys. 3 1. Rażenie przy dotyku bezpośrednim i pośrednim

1. Rażenie przy dotyku bezpośrednim - **przez dotknięcie części czynnej**, czyli części będącej w czasie normalnej pracy urządzenia pod napięciem: a) - spowodowane dotknięciem żyły przewodu o uszkodzonej izolacji, b) - spowodowane dotknięciem części czynnej wewnątrz urządzenia podczas nieostrożnej pracy pod napięciem lub na skutek uszkodzenia obudowy urządzenia
2. Rażenie przy dotyku pośrednim - **przez dotknięcie części przewodzącej dostępnej**, czyli części przewodzącej urządzenia, która w czasie normalnej pracy urządzenia nie znajduje się pod napięciem, a na której napięcie pojawiło się na skutek uszkodzenia izolacji roboczej urządzenia napięcie zwane napięciem dotykowym.

Ochrona przeciwporażeniowa

Środki ochrony przeciwporażeniowej powinny chronić człowieka przed porażeniem prądem elektrycznym i powinny być dobrane do stopnia zagrożenia porażeniowego, jaki może występować w miejscu przebywania ludzi. Stopień ten zależy od prawdopodobieństwa znalezienia się człowieka pod napięciem, w wyniku którego nastąpi porażenie i parametrów prądu rażeniowego (czyli prądu przepływającego przez ciało człowieka).
W praktyce przyjmuje się, że na dobór środków ochrony przeciwporażeniowej mają wpływ:

- **sposób użytkowania odbiorników elektrycznych,**
- **kwalifikacje osób użytkujących instalacje i odbiorniki elektryczne (BA),**
- **elektryczna rezystancja (impedancja) ciała człowieka (BB),**
- **styczność ludzi z potencjałem ziemi (BC),**

Stopień zagrożenia porażeniowego jest tym większy, im wyższe jest napięcie znamionowe obwodu elektrycznego, w którym to zagrożenie jest rozpatrywane. Przy określonym oporze ciała podwyższenie napięcia powoduje wzrost prądu rażeniowego i możliwość wystąpienia groźniejszych skutków patofizjologicznych.

Najniższy stopień zagrożenia występuje w obwodach o napięciu znamionowym nieprzekraczającym 50 V prądu przemiennego, zasilających odbiorniki stacjonarne i gdy nie występują czynniki zmniejszające opór ciała człowieka lub zwiększające prawdopodobieństwo kontaktu z częściami przewodzącymi obcymi, a osoby obsługujące instalacje i odbiorniki elektryczne są poinstruowane lub wykwalifikowane.

Najwyższy stopień zagrożenia występuje w obwodach o napięciu znamionowym przekraczającym 50 V prądu przemiennego, zasilających odbiorniki elektryczne ręczne lub ruchome trzymane w ręku przez dłuższy okres czasu i gdy występują czynniki zmniejszające opór ciała człowieka oraz zwiększające prawdopodobieństwo kontaktu z częściami przewodzącymi obcymi, a osoby obsługujące instalacje i odbiorniki elektryczne nie są osobami poinstruowanymi lub wykwalifikowanymi.

W zależności od warunków środowiskowych ustalono następujące wartości dopuszczalnych długotrwale napięć dotykowych U_L :

a) dla warunków normalnych (w pomieszczeniach suchych ze źle przewodzącą podłogą)

- **50 V napięcia przemiennego i 120 V napięcia stałego,**

b) dla warunków zwiększonego zagrożenia porażeniowego (na stanowisku przewodzącym, w otoczeniu części przewodzących obcych)

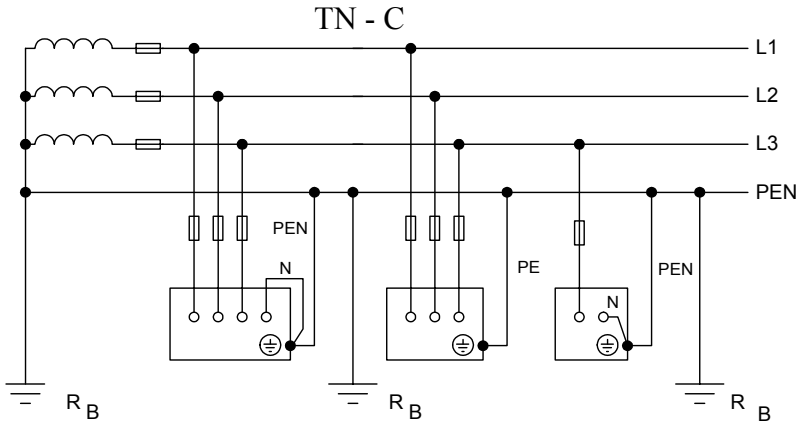
- **25 V napięcia przemiennego i 60 V napięcia stałego,**

c) dla warunków szczególnego zagrożenia porażeniowego (na stanowisku przewodzącym, w otoczeniu części przewodzących obcych, gdy ciało człowieka lub jego część jest zanurzona w wodzie np. podczas kąpieli w wannie lub pod natryskiem, w basenie pływackim itp.)

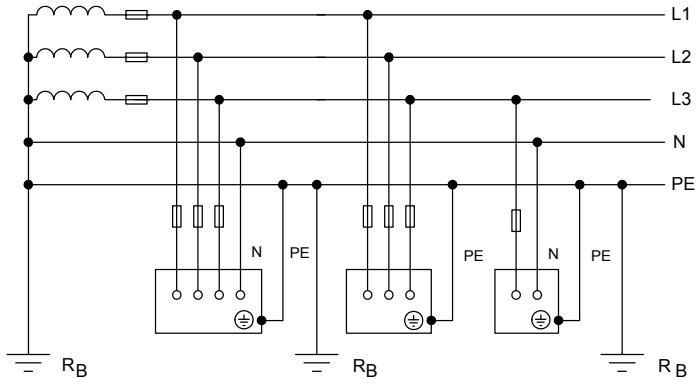
- **12 V napięcia przemiennego i 30 V napięcia stałego.**

Układy sieci prądu przemiennego

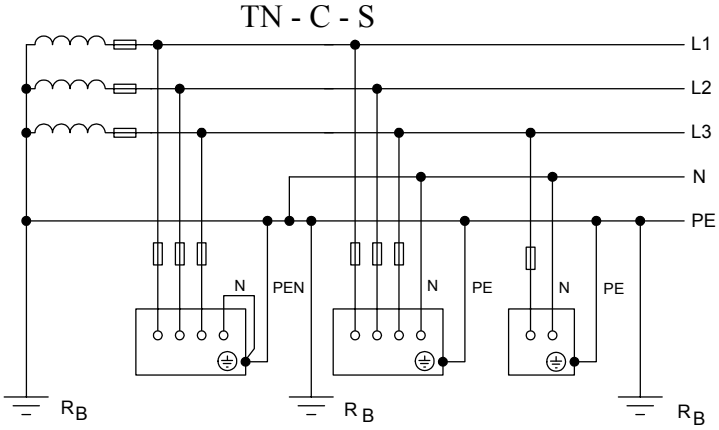
a)



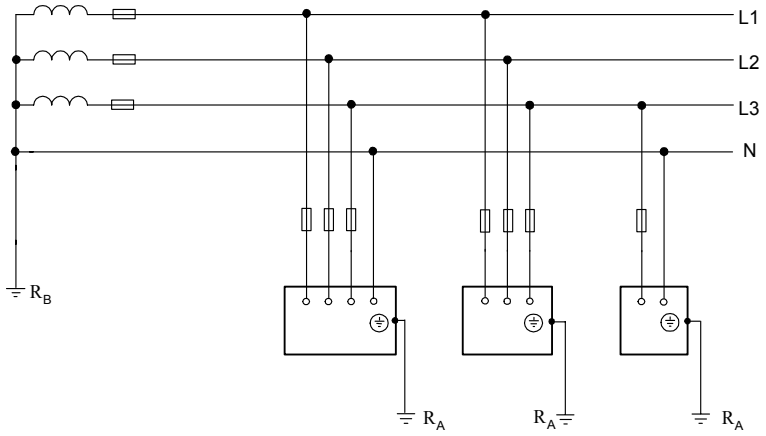
b) TN – S



c) TN - C - S



Rys. 2.1. Przykłady układów sieci i instalacji niskiego napięcia o układach typu TN: a) TN-C, b) TN-S, c) TN-C-S



Rys. 2.2. Przykład sieci i instalacji niskiego napięcia o układzie typu TT

4. KLASY OCHRONNOŚCI URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH (PN-EN 61140)

Klasyfikacja dotyczy urządzeń elektrycznych i elektronicznych o napięciu nie przekraczającym 440 V wartości skutecznej prądu przemiennego między fazami (250 V między fazą a ziemią). Klasyfikacja nie dotyczy urządzeń typu otwartego, które nie są wyposażone w środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim. Oznaczenie klasą ochronności wskazuje środki, które samodzielnie lub ze środkami zastosowanymi w instalacji zapewniają ochronę przeciwporażeniową. Urządzenia mogą być oznaczone 4-ma klasami ochronności: 0, I, II i III. Główne cechy urządzeń o różnych klasach ochronności istotne dla ochrony przeciwporażeniowej zestawiono w poniższej tablicy.

Tablica 4.1. Klasy ochronności urządzeń elektrycznych

Oznaczenie cyfr.	Główne cechy urządzenia istotne dla ochrony przeciwporażeniowej	Oznaczenie graficzne
0	- izolacja podstawowa, - brak zacisku ochronnego, - przewód ruchomy zasilający (jeżeli jest) bez żyły ochronnej, wtyczka bez styku ochronnego	-
I	- izolacja podstawowa, - zacisk ochronny, -przewód ruchomy zasilający (jeżeli jest) z żyłą ochronną a wtyczka ze stykiem ochronnym[1)]	
II	- izolacja podwójna lub izolacja wzmocniona, - brak zacisku ochronnego, - przewód ruchomy zasilający (jeżeli jest) bez żyły ochronnej, wtyczka bez styku ochronnego[2), 3)]	
III	- bardzo niskie napięcie znamionowe (zasilanie z obwodu SELV lub PELV), - brak zacisku ochronnego[4)], - izolacja podstawowa, - przewód ruchomy zasilający (jeżeli jest) bez żyły ochronnej, wtyczka bez styku ochronnego[2), 3)]	

1) Jeżeli wtyczka nie ma styku ochronnego to urządzeniu przypisuje się klasę 0.
2) Urządzenie w obudowie metalowej może być wyposażone w środki pozwalające na przyłączenie przewodu wyrównawczego do tej obudowy jeżeli jest to dopuszczone przez odpowiednią normę.
3) Urządzenie może być wyposażone w środki przeznaczone do uziemienia funkcyjnego (roboczego) jeżeli jest to dopuszczone przez odpowiednią normę.
4) Zacisk taki może mieć urządzenie zasilane z obwodu PELV.
5)

5. STOPNIE OCHRONY URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH ZAPEWNIONE PRZEZ OBUDOWY (KOD IP) (PN-EN 60529)

Tabela 5.1. Elementy kodu IP i ich znaczenie

Cyfra kodu	IP	Znaczenie dla ochrony urządzenia	Znaczenie dla ochrony ludzi
Pierwsza charakterystyczna cyfra	0 1 2 3 4 5 6	przed dostaniem się obcych ciał stałych: - bez ochrony - o średnicy≥50 mm - o średnicy≥12,5 mm - o średnicy≥ 2,5 mm - o średnicy≥ 1,0 mm - ograniczona ochrona przed pyłem -pyłoszczelne	Przed dostępem do części niebezpiecznych: - bez ochrony - wierzchem dłoni - palcem - narzędziem - drutem - drutem - drutem
Druga charakterystyczna cyfra	0 1 2 3 4 5 6 7 8	przed wnikaniem wody i szkodliwymi jej skutkami: - bez ochrony - kapiącej pionowo - kapiącej (do 15^0) - natryskiwanej - rozbryzgiwanej - lanej strugą - lanej silną strugą - przy zanurzeniu krótkotrwałym - przy zanurzeniu ciągłym	
Dodatkowa litera (nieobowiązująca)	A B C D		Przed dostępem do części niebezpiecznych: - wierzchem dłoni - palcem - narzędziem - drutem
Uzupełniająca litera (nieobowiązująca)	H M S W	uzupełniające informacje dotyczące: - aparatów wysokiego napięcia - ruch części urządzenia w czasie prób wodą - postoju części ruchomych urządzenia w czasie prób wodą warunków klimatycznych	

6. RODZAJE OCHRONY PRZECIWPORAŻENIOWEJ

OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA
OCHRONA PRZED DOTYKIEM BEZPOŚREDNIM (OCHRONA PODSTAWOWA)
OCHRONA PRZED DOTYKIEM POŚREDNIM (OCHRONA DODATKOWA)
RÓWNOCZESNA OCHRONA PRZED DOTYKIEM BEZPOŚREDNIM I POŚREDNIM
OCHRONA PRZED DOTYKIEM BEZPOŚREDNIM (OCHRONA PODSTAWOWA)
Ochrona uniemożliwiająca dotknięcie części czynnych, czyli części będących lub mogących znaleźć się pod napięciem w czasie normalnej pracy urządzeń. **Ochronę zapewnia się przez:**
STOSOWANIE IZOLOWANIA CZĘŚCI CZYNNYCH
STOSOWANIE OBUDÓW, OSŁON I OGRODZEŃ
STOSOWANIE BARIER (PRZESZKOD)
UMIESZCZENIE CZĘŚCI CZYNNYCH POZA ZASIĘGIEM RĘKI
UWAGA: Uzupełnieniem ochrony przed dotykiem bezpośrednim wspomagającym jej działanie przy uszkodzeniu lub błędzie użytkownika urządzeń jest wysokoczuły wyłącznik różnicowoprądowy

OCHRONA PRZED DOTYKIEM POŚREDNIM (OCHRONA DODATKOWA, OCHRONA PRZY USZKODZENIU)
Jest to ochrona przed niebezpiecznym napięciem dotykowym, które może wystąpić na częściach przewodzących dostępnych przy uszkodzeniu izolacji. Ochrona ta zapewnia bezpieczeństwo przez zapobieżenie wystąpieniu napięcia dotykowego, obniżenie napięcia dotykowego do wartości U_L , samoczynne wyłączenie zasilania przy wystąpieniu napięcia dotykowego o wartości większej od U_L lub zmniejszenie prądu rażeniowego do wartości dopuszczalnej. **Ochronę zapewnia się przez:**
ZASTOSOWANIE SAMOCZYNNEGO WYŁĄCZENIA ZASILANIA
ZASTOSOWANIE URZĄDZEŃ II KLASY OCHRONNOŚCI LUB O IZOLACJI RÓWNOWAŻNEJ
ZASTOSOWANIE IZOLOWANIA STANOWISKA
ZASTOSOWANIE NIEUZIEMIONYCH POŁĄCZEŃ WYRÓWNAWCZYCH MIEJSCOWYCH
ZASTOSOWANIE SEPARACJI ELEKTRYCZNEJ
UWAGA: Uzupełnieniem ochrony przed dotykiem pośrednim wspomagającym jej skuteczne działanie są połączenia wyrównawcze główne i miejscowe (dodatkowe, lokalne).

7. ŚRODKI OCHRONY PRZED DOTYKIEM BEZPOŚREDNIM (OCHRONY PODSTAWOWEJ, OCHRONY PRZY USZKODZENIU)

Zadaniem ochrony przed dotykiem bezpośrednim jest:
- uniemożliwienie przepływu prądu elektrycznego przez ciało człowieka w normalnych warunkach pracy instalacji tj. uniemożliwienie dotknięcia części czynnych urządzeń elektrycznych, lub
- ograniczenie wartości prądu rażeniowego do wartości nie stwarzającej zagrożenia.

A. OCHRONA PRZED DOTYKIEM BEZPOŚREDNIM POLEGAJĄCA NA IZOLOWANIU CZĘŚCI CZYNNYCH (IZOLACJA PODSTAWOWA) realizowana jest przez całkowite pokrycie części czynnych izolacją, która może być usunięta tylko przez jej zniszczenie.
Ochrona taka stosowana jest najczęściej w przewodach i kablach elektroenergetycznych. Izolacja pełniąca funkcję ochrony przed dotykiem bezpośrednim stosowana jest zwykle jako wykonana fabrycznie i musi wytrzymywać długotrwałe narażenia mechaniczne oraz wpływy elektryczne, termiczne, chemiczne, na jakie może być narażona podczas eksploatacji. Pokrycia farbą, pokostem i podobnymi produktami, zastosowanymi samodzielnie, nie są uznawane za odpowiednią izolację. Jeżeli izolacja jest wykonywana w czasie montażu lub napraw instalacji, to jej jakość powinna być potwierdzona próbami analogicznymi do tych, którym poddaje się izolację urządzeń produkowanych fabrycznie. **Wymóg ten praktycznie wyklucza możliwość samodzielnego wykonywania napraw tej izolacji. Nie wolno zatem samodzielnie naprawiać uszkodzonej izolacji ruchomego przewodu zasilającego odbiornik przy użyciu taśmy izolacyjnej, taśmy samowulkanizującej, koszulki termokurczliwej itp. Wolno stosować jedynie gotowe zestawy naprawcze opracowane i przebadane przez ich producenta.**

B. OCHRONA PRZED DOTYKIEM BEZPOŚREDNIM PRZY UŻYCIU OGRODZEŃ LUB OBUDÓW (OSŁON) ma zapobiec możliwości dotknięcia części czynnych.
Części te powinny być umieszczone wewnątrz obudów lub ogrodzeń zapewniających stopień ochrony **co najmniej IP2X**. Wymaga się ponadto, by łatwo dostępne górne, poziome powierzchnie ogrodzeń i obudów miały stopień ochrony **co najmniej IP4X**. Dopuszcza się większe otwory, gdy są one konieczne dla zapewnienia właściwego funkcjonowania urządzenia zgodnie z odpowiednimi przepisami dotyczącymi tego urządzenia, lub gdy niższy stopień ochrony występuje podczas wymiany części, jak na przykład:
- wymiany źródeł światła w oprawach oświetleniowych,
- wymiany bezpieczników topikowych.

W takich przypadkach należy: przedsięwziąć odpowiednie środki ostrożności w celu zapobieżenia przypadkowemu dotknięciu części czynnych przez ludzi i zwierzęta domowe, lub zapewnić należytą informację o możliwości dotknięcia części czynnych i ostrzeżenie przed ich świadomym dotknięciem. Ogrodzenia i obudowy powinny być trwale zamocowane, mieć dostateczną stabilność i trwałość, zapewniającą utrzymanie wymaganego stopnia ochrony w normalnych warunkach eksploatacyjnych. Powinny być dostosowane do normalnie występujących narażeń środowiskowych, zgodnie z przeznaczeniem obudów i ogrodzeń.
Jeżeli konieczne jest usunięcie ogrodzeń lub otwarcie obudów lub usunięcie części obudów, to czynności te powinny być możliwe do wykonania tylko:
- za pomocą klucza lub narzędzia, lub

- po wyłączeniu zasilania części czynnych chronionych przez te ogrodzenia lub obudowy, przy czym ponowne włączenie zasilania powinno być możliwe dopiero po ponownym założeniu ogrodzeń lub zamknięciu obudów, lub
- gdy istnieje osłona wewnętrzna o stopniu ochrony nie mniejszym niż IP2X uniemożliwiająca dotknięcie części czynnych; usunięcie jej powinno być możliwe tylko za pomocą narzędzia lub klucza.

8. ŚRODKI OCHRONY PRZED DOTYKIEM POŚREDNIM

Zadaniem ochrony przy dotyku pośrednim jest: (gdy zostanie uszkodzona izolacja doziemna urządzenia i na częściach przewodzących dostępnych pojawi się niebezpieczne napięcie dotykowe):

- spowodowanie samoczynnego wyłączenia zasilania w takim czasie, że pojawiające się na częściach przewodzących dostępnych i obcych napięcie dotykowe nie wywoła porażenia elektrycznego, lub
- uniemożliwienie pojawienia się na częściach przewodzących dostępnych i obcych napięcia dotykowego, lub
- ograniczenie prądu rażeniowego do wartości przyjętej za dopuszczalną długotrwale.

A. OCHRONA PRZED DOTYKIEM POŚREDNIM PRZEZ SAMOCZYNNE WYŁĄCZENIE ZASILANIA może być stosowana we wszystkich układach sieciowych, zwłaszcza TN i TT. Zadaniem tej ochrony jest zapobieganie utrzymywaniu się na częściach przewodzących dostępnych urządzeń elektrycznych, niebezpiecznie wysokich napięć dotykowych większych od napięcia U_L dopuszczalnego długotrwale w danych warunkach środowiskowych. Warunkiem skuteczności ochrony jest, aby przy metalicznym zwarciu między przewodem fazowym a częścią przewodzącą dostępną lub przewodem ochronnym popłynął prąd zwarciowy co najmniej równy prądowi powodującemu samoczynne wyłączenie zasilania (urządzenia zabezpieczającego) w wymaganym czasie tak, aby nie wystąpiły niebezpieczne skutki patofizjologiczne dla człowieka dotykającego w chwili zwarcia części przewodzących jednocześnie dostępnych. Prąd ten nazywany jest prądem wyłączającym i jest oznaczony jako I_a. W sieci TN działanie urządzeń zabezpieczających nadprądowych uważa się za poprawne, gdy spełniony jest warunek:

$$I''_{k1} \geq I_a, \qquad \text{czyli: } I_a \cdot Z_S \leq U_0,$$

gdzie: I_a - prąd wyłączający, powodujący samoczynne, w wymaganym czasie, działanie urządzenia zabezpieczającego nadprądowego,
U_0 - napięcie znamionowe względem ziemi badanego urządzenia.

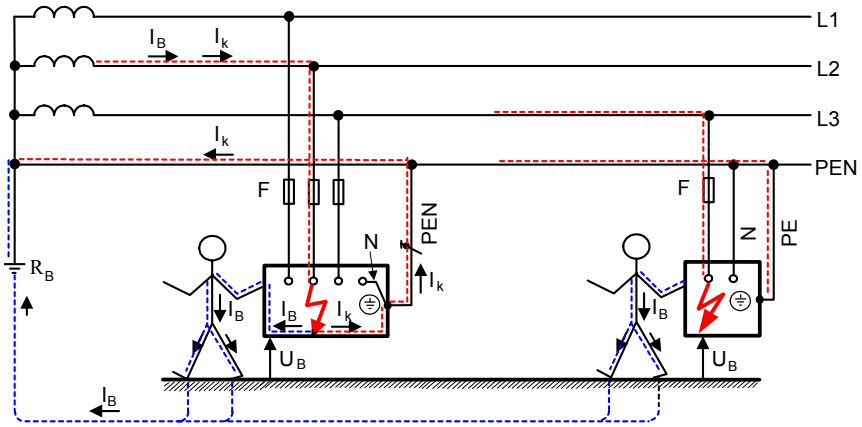
W sieci TN działanie urządzeń zabezpieczających różnicowoprądowych uważa się za poprawne, gdy spełniony jest warunek:

$$I''_{k1} \geq I_{\Delta n}, \qquad \text{czyli: } I_{\Delta n} \cdot Z_S \leq U_0,$$

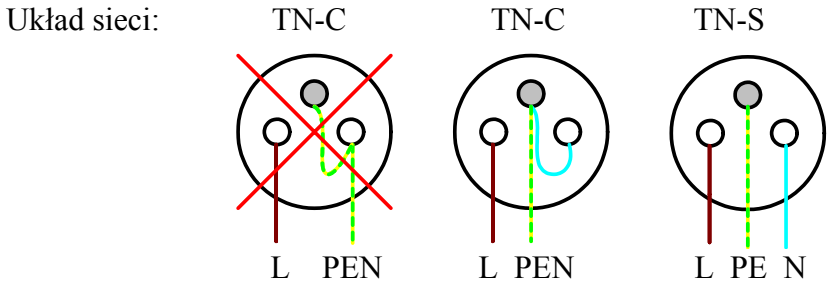
gdzie: $I_{\Delta n}$ - znamionowy różnicowy prąd wyłączający, powodujący samoczynne, w wymaganym czasie, zadziałanie urządzenia zabezpieczającego różnicowoprądowego,
U_0 - napięcie znamionowe względem ziemi badanego urządzenia.

Wymagany maksymalny czas samoczynnego wyłączenia zasilania - a tym samym odpowiadająca mu i ustalona na podstawie charakterystyki prądowo-czasowej zabezpieczenia, wartość prądu wyłączającego I_a, zależy od rodzaju urządzenia. Dla obwodów odbiorczych, zasilających urządzenia I klasy ochronności ręczne lub przenośne, przeznaczone do ręcznego przemieszczania w czasie ich użytkowania, wymagany maksymalny czas wyłączenia jest bardzo krótki i zależy od napięcia znamionowego sieci względem ziemi U_0 oraz od warunków

środowiskowych w miejscu zainstalowania urządzenia. Dla obwodów o napięciu względem ziemi U_0 wynoszącym 230 V wynosi 0,4 lub 0,2 sekundy. Maksymalny czas wyłączenia dłuższy, lecz nie przekraczający 5 s, dopuszcza się jedynie w obwodach rozdzielczych i zasilających wyłącznie urządzenia stacjonarne.



Rys.8.1. Droga przepływu prądu zwarciowego i rażeniowego przy rażeniu prądem elektrycznym w sieci TN-C w obwodzie z ochroną przez samoczynne wyłączenie zasilania przez zabezpieczenie nadprądowe (zwarciowe)



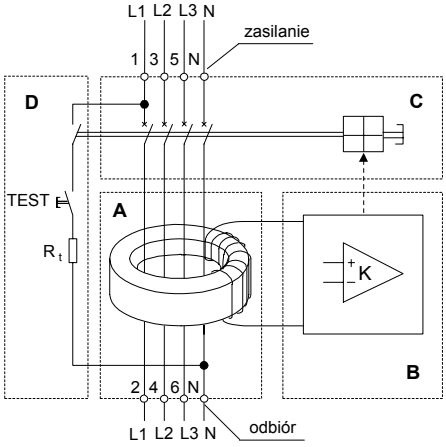
Rys.8.2. Prawidłowe i nieprawidłowe przyłączenie gniazd wtyczkowych

Ochrona przez samoczynne wyłączenie zasilania w sieci TN z wyłącznikami różnicowoprądowymi

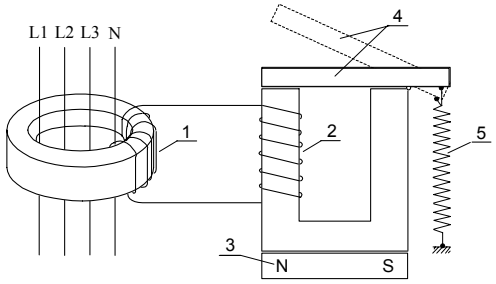
Idea działania wyłącznika różnicowoprądowego została opracowana bardzo dawno temu - pierwszy patent niemiecki udzielony został już w 1928 roku. Jednak realizacja praktyczna opatentowanego pomysłu była bardzo trudna. Na przeszkodzie stał bowiem brak dobrego materiału magnetycznego, który mógłby być użyty do budowy przekładnika różnicowego. Pierwsze wyłączniki różnicowoprądowe przez wiele lat nie opuszczały laboratoriów badawczych. Dopiero w latach 50-tych wyłączniki pojawiły się w produkcji seryjnej, a produkcja seryjna wyłączników różnicowoprądowych wysokoczułych rozpoczęła się dopiero w końcu lat 60-tych. Rozpowszechnienie ich stosowania w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia przyczyniło się do znacznego zmniejszenia liczby śmiertelnych wypadków porażeń prądem elektrycznym, w szczególności w instalacjach budynków mieszkalnych, w rolnictwie i na placach budów.

Wszystkie wyłączniki różnicowoprądowe mogą być stosowane jako urządzenia wyłączające w ochronie przed dotykiem pośrednim przez samoczynne wyłączenie zasilania. Wyłączniki wysokoczułe dodatkowo mogą stanowić uzupełnienie ochrony przed dotykiem bez-

pośrednim, czyli chronić przed skutkiem dotknięcia części czynnych, będących w normalnych warunkach pracy instalacji pod napięciem roboczym względem ziemi. Wyłączniki, których prąd $I_{Än}$ nie przekracza 500 mA stanowią również środek ochrony przed pożarem instalacji elektrycznej spowodowanym prądami doziemnymi.



Rys.8.3. Schemat blokowy wyłącznika różnicowoprądowego:
A – człon pomiarowy, B - człon wzmacniacza-komparatora,
C - człon wyłączający, D - człon kontrolny, R_t - rezystor kontrolny



Rys.8.4. Budowa przekaźnika spolaryzowanego: 1 - uzwojenie różnicowe przekładnika różnicowego, 2 - uzwojenie elektromagnesu przekaźnika spolaryzowanego, 3 - magnes trwały, 4 – ruchoma zwora przekaźnika spolaryzowanego, 5 - sprężyna zwory

Ze względu na wartość prądu $I_{\Delta n}$ wyłączniki różnicowoprądowe dzielą się na :

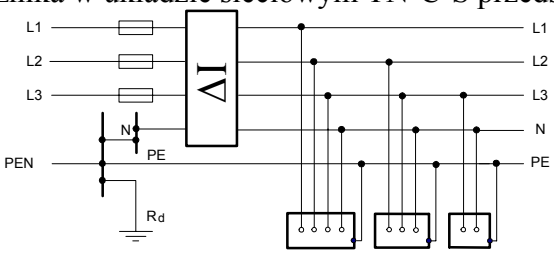
a) wysokoczułe, których prąd $I_{\Delta n}$ nie przekracza 30 mA,
b) średnioczułe, których prąd $I_{\Delta n}$ jest większy od 30 mA lecz nie większy od 500 mA,
c) niskoczułe, których prąd $I_{\Delta n}$ jest większy od 500 mA.

Maksymalny czas wyłączenia wyłączników typu AC jest uzależniony od wartości prądu uszkodzeniowego i wynosi:
0,30 s – przy prądzie uszkodzeniowym równym $I_{\Delta n}$,
0,15 s – przy prądzie uszkodzeniowym równym 2 $I_{\Delta n}$
0,04 s – przy prądzie uszkodzeniowym równym 5 $I_{\Delta n}$

Instalowanie wyłączników w sieci o układzie TN

W najpowszechniej stosowanej w Polsce sieci o układzie TN, wyłącznik różnicowo-prądowy może być stosowany pod warunkiem, że instalacja odbiorcza za wyłącznikiem będzie zbudowana w układzie TN-S (czyli będzie zawierała oddzielny przewód ochronny). Oznacza to, że przed wyłącznikiem różnicowoprądowym przewód PEN sieci o układzie TN-C powinien zostać rozdzielony na dwa oddzielne przewody: przewód neutralny N i przewód

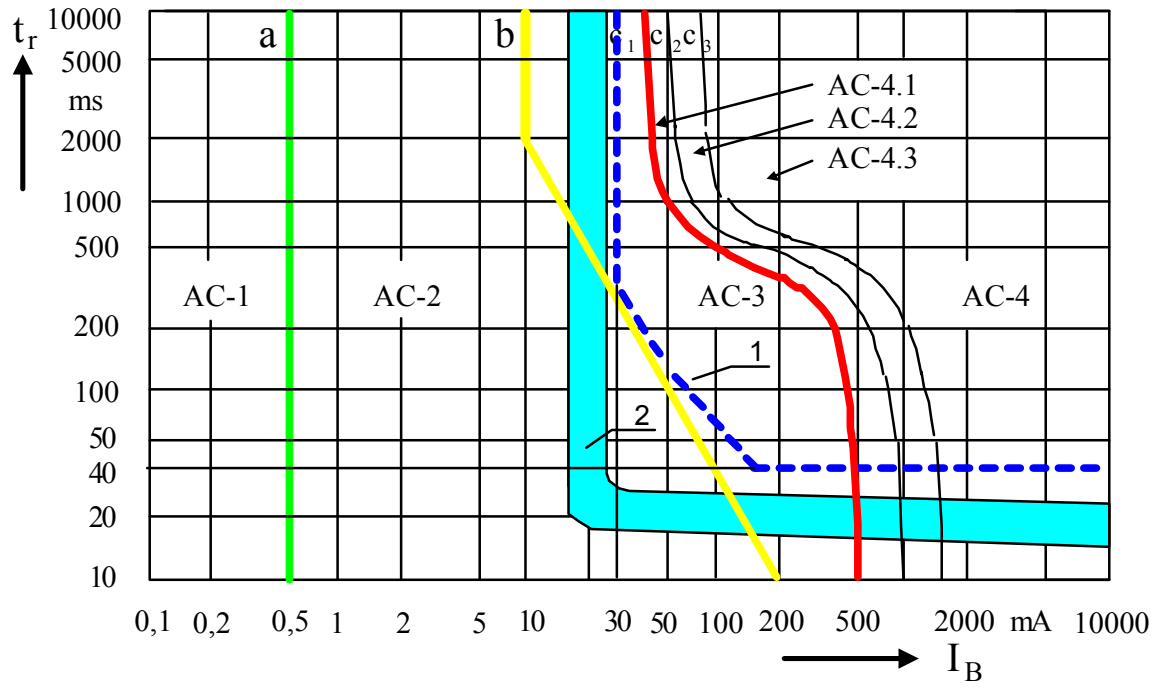
ochronny PE. Zgodnie z obowiązującymi przepisami rozdzielenie przewodu PEN w nowych instalacjach powinno nastąpić w złączu lub w rozdzielnicy głównej budynku. Schemat ideowy stosowania wyłącznika w układzie sieciowym TN-C-S przedstawiono na rys.8.5.



Rys. 8.5. Przykład stosowania wyłącznika różnicowoprądowego w sieci o układzie TN-C-S

Tablica 8.1. Wymagane miejsca stosowania wyłączników różnicowoprądowych

Lp.	Zasilane obwody (instalacje)	Wymagany prąd $I_{\Delta n}$
1	Obwody gniazd wtyczkowych w pomieszczeniach z wannami lub/i natryskami	≤ 30 mA
2	Obwody gniazd wtyczkowych na placach budowy i robót rozbiórkowych	≤ 30 mA
3	Obwody gniazd wtyczkowych na prąd znamionowy nie przekraczający 20 A przeznaczonych do zasilania urządzeń użytkowanych poza budynkiem (dopuszcza się, aby kołki ochronne gniazd wtyczkowych były połączone z oddzielnym uziomem ochronnym R_A- układ TT)	≤ 30 mA
4	Instalacje elektryczne w gospodarstwach rolniczych i ogrodniczych: - obwody gniazd wtyczkowych - pozostałe obwody (całość instalacji)	 ≤ 30 mA ≤ 500 mA
5	Instalacje elektryczne w basenach pływackich krytych lub na otwartym powietrzu	≤ 30 mA
6	Instalacje elektryczne w pomieszczeniach sauny	≤ 30 mA
7	Instalacje elektryczne na kempingach i w pojazdach wypoczynkowych	≤ 30 mA
8	Instalacje w pomieszczeniach zagrożonych pożarem	≤ 500 mA



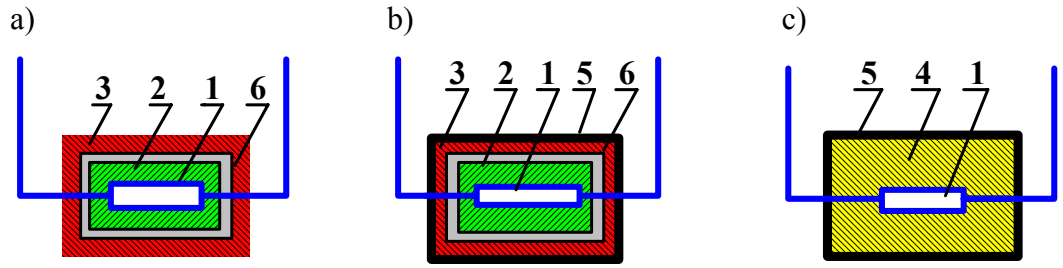
Rys. 8.6 Wykres obrazujący skuteczność ochrony człowieka przed śmiertelnym porażeniem prądem elektrycznym na drodze ręka-nogi lub ręka-ręka do mającej potencjał ziemi części przewodzącej obcej przez zastosowanie wysokoczułych wyłączników różnicowoprądowych: 1 – wykres granicznych dopuszczalnych czasów działania wysokoczułych wyłączników różnicowoprądowych o znamionowym różnicowym prądzie zadziałania $I_{\Delta n}$ równym 30 mA, 2 – przykładowa charakterystyka czasowo-prądowa wysokoczułych wyłączników różnicowoprądowych o znamionowym różnicowym prądzie zadziałania $I_{\Delta n}$ równym 30 mA

B. OCHRONA PRZED DOTYKIEM POŚREDNIM PRZEZ ZASTOSOWANIE URZĄDZEŃ II KLASY OCHRONNOŚCI LUB O IZOLACJI RÓWNOWAŻNEJ

Ochrona ta polega na zastosowaniu:

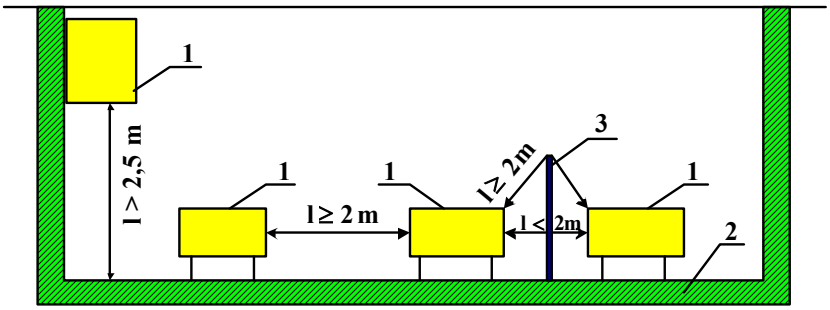
- wykonanych fabrycznie urządzeń mających izolację podwójną lub wzmocnioną (urządzenia II klasy ochronności),
- zespołu urządzeń elektrycznych fabrycznych w pełni izolowanych,
- urządzeń o izolacji podstawowej z wykonaną w czasie montażu instalacji elektrycznej izolacją dodatkową zapewniającą stopień bezpieczeństwa równoważny urządzeniom elektrycznym II klasy ochronności,
- urządzeń o izolacji wzmocnionej pokrywającej nieizolowane części czynne wykonanej w czasie montażu instalacji zapewniającej stopień bezpieczeństwa, równoważny urządzeniom elektrycznym II klasy ochronności i spełniające dalej opisane dodatkowe wymagania.

Na rys. 8.7 przedstawiono zasadę budowy urządzeń II klasy ochronności w obudowie izolacyjnej lub metalowej. Dzięki zastosowaniu izolacji podwójnej lub wzmocnionej, izolacja całkowita urządzeń II klasy ochronności ma dwukrotnie większą wytrzymałość elektryczną i mechaniczną. Jej uszkodzenie jest mało prawdopodobne i praktycznie na częściach przewodzących dostępnych nie pojawia się napięcie dotykowe.



Rys. 8.7. Budowa urządzeń II klasy ochronności: a) z izolacją podwójną przy czym izolacją dodatkową jest obudowa izolacyjna , b) – z izolacją podwójną i obudową metalową, c) z izolacją wzmocnioną i obudowa metalową: 1 – część czynna, 2 – izolacja podstawowa, 3 – izolacja dodatkowa, 4 – izolacja wzmocniona, 5 – część przewodząca dostępna

C. OCHRONA PRZEZ ZASTOSOWANIE IZOLOWANEGO STANOWISKA ma na celu zapobieżenie porażenia człowieka stojącego na takim stanowisku i dotykającego części przewodzących, na których pojawi się niebezpieczne napięcie dotykowe. Środek ten ma jednak ograniczony zakres, gdyż nie zapobiega rażeniu i nie powoduje wyłączenia uszkodzonego urządzenia (obwodu). Nie może być też stosowany w warunkach, w których właściwości elektryczne i mechaniczne izolacji mogą ulec pogorszeniu (dlatego też w zasadzie może być stosowany tylko w suchych pomieszczeniach). Odległości jakie powinny być zachowane przy stosowaniu izolacji stanowiska przedstawiono na rys. 8.8.



Rys. 8.8. Minimalne odległości między częściami przewodzącymi dostępnymi (obcymi) na izolowanym stanowisku: 1 - część przewodząca dostępna, 2 – izolowane stanowisko, 3 – bariera (przeszkoda)

Ochrona przez zastosowanie izolowanego stanowiska jest skuteczna gdy:

- stanowisko ma podłogę i ściany izolowane tak, że w każdym ich punkcie rezystancja izolacji nie jest mniejsza od:
  - **50 kΩ –** jeżeli napięcie znamionowe instalacji nie przekracza 500V, lub
  - **100 kΩ** – jeżeli napięcie znamionowe instalacji przekracza 500V,
- na izolowane stanowisko nie jest wprowadzony przewód ochronny,
- wzajemne oddalenie części przewodzących dostępnych i oddalenie tych części od części przewodzących obcych wynosi co najmniej 2 m (odległość ta może być zmniejszona do 1,25 m poza strefą zasięgu ręki),
- części przewodzące obce zostaną izolowane izolacją wytrzymałą mechanicznie, wytrzymującą próbę napięciem 2 kV, a prąd upływu nie przekracza 1 mA,
- części przewodzące dostępne znajdujące się w odległości mniejszej niż 2 m są oddzielone barierą (przeszkodą) zwiększającą odległość niezamierzonego równoczesnego dotyku do co najmniej 2 m.

BEZPIECZEŃSTWO PRACY PRZY URZĄDZENIACH ELEKTRYCZNYCH

NAJWAŻNIEJSZE AKTY PRAWNE

1. PN-EN-50110-1:2001. Eksploatacja urządzeń elektrycznych
2. Rozporządzenie Ministra pracy i Polityki Socjalnej z 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. Tekst jednolity. Dz. U. nr 169 z 2003 r., poz. 1650.
3. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. Dz. U. nr 80 z 1999 r., poz. 912.
4. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28.04.2003 r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci. Dz. U. nr 89 z 2003 r., poz. 828.
5. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28 maja 1996 r. w sprawie rodzaju prac, które powinny byś wykonywane przez co najmniej dwie osoby. Dz. U. nr 62 z 1996 r. poz. 228.
6. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28.05.1996 r. w sprawie rodzajów prac, wymagających szczególnej sprawności psychofizycznej. Dz.U. nr 62 z 1996 r., poz. 287.Ustawa z dnia 4 marca 2005 r. o zmianie ustawy Prawo energetyczne-Prawo ochrony środowiska. Dz. U. nr 62 z dnia 18 kwietnia 2005 r., poz.552.

9. ŚRODKI OCHRONY

W czasie wykonywania prac przy urządzeniach elektrycznych często wymagane jest używanie przez pracowników odpowiednich środków ochrony. Ogólne przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy wyróżniają środki ochrony zbiorowej, środki ochrony indywidualnej oraz urządzenia ochronne.

Środki ochrony zbiorowej – są przeznaczone do jednoczesnej ochrony grupy ludzi, w tym i pojedynczych osób, przed niebezpiecznymi i szkodliwymi czynnikami występującymi pojedynczo lub łącznie w środowisku pracy. Środki te są rozwiązaniami technicznymi stosowanymi w pomieszczeniach pracy, maszynach i innych urządzeniach.

Środki ochrony indywidualnej – są przeznaczone do ochrony człowieka przed niebezpiecznymi i szkodliwymi czynnikami występującymi pojedynczo lub łącznie w środowisku pracy. Do środków ochrony indywidualnej zalicza się odzież ochronną oraz środki ochrony: kończyn dolnych i górnych, głowy, twarzy i oczu, układu oddechowego, słuchu, sprzęt chroniący przed upadkiem pracownika z wysokości oraz środki izolujące cały organizm.

Urządzenia ochronne – są to osłony lub takie urządzenia, które spełniają jedną lub więcej z niżej wymienionych funkcji:

1. zapobiegają dostępowi do stref niebezpiecznych,
2. powstrzymują ruchy elementów niebezpiecznych, zanim pracownik znajdzie się w strefie niebezpiecznej,
3. nie pozwalają na włączenie ruchu elementów niebezpiecznych, jeśli pracownik znajduje się w strefie niebezpiecznej,
4. zapobiegają naruszeniu normalnych warunków pracy maszyn i innych urządzeń technicznych,
5. nie pozwalają na uaktywnienie innych czynników niebezpiecznych lub szkodliwych.

Pracodawca jest zobowiązany:

1. oceniać i dokumentować ryzyko zawodowe występujące przy określonych pracach, oraz stosować niezbędne środki profilaktyczne zmniejszające ryzyko,
2. zapewnić organizację pracy i stanowisk pracy w sposób zabezpieczający pracowników przed zagrożeniami wypadkowymi oraz oddziaływaniem czynników szkodliwych dla zdrowia i uciążliwych,
3. zapewnić likwidację zagrożeń dla zdrowia i życia pracowników, głównie przez stosowanie technologii, urządzeń, materiałów i substancji nie powodujących takich zagrożeń.

Jeżeli ze względu na rodzaj procesu pracy likwidacja zagrożeń nie jest możliwa, należy stosować odpowiednie rozwiązania organizacyjne i techniczne, w tym odpowiednie środki ochrony zbiorowej, ograniczające wpływ tych zagrożeń na zdrowie i bezpieczeństwo pracowników. W sytuacji, gdy ograniczenie zagrożeń w wyniku zastosowania odpowiednich rozwiązań organizacyjnych i technicznych jest niewystarczające, **pracodawca jest zobowiązany zapewnić pracownikom środki ochrony indywidualnej, odpowiednie do rodzaju i poziomu występujących zagrożeń.**

Narzędzia pracy i sprzęt ochronny, stosowane w czasie wykonywania prac przy urządzeniach elektroenergetycznych, są właśnie takimi środkami ochrony indywidualnej. Są to przenośne przyrządy i narzędzia chroniące osoby wykonujące prace przy urządzeniach elektroenergetycznych przed: porażeniem prądem elektrycznym i działaniem łuku elektrycznego, przed poparzeniem, obrażeniami mechanicznymi, przed nadmiernym hałasem, oddziaływaniem wibracji, zapylenia i toksyczności, przed upadkiem z wysokości i w zagłębienie oraz przed innymi zagrożeniami

9.1. SPRZĘT OCHRONNY

Sprzęt ochronny stosowany w czasie wykonywania prac przy urządzeniach elektroenergetycznych dzieli się na następujące rodzaje:

a) sprzęt izolacyjny,
b) sprzęt do stwierdzania obecności lub braku napięcia,
c) sprzęt chroniący przed pojawieniem się napięcia,
d) sprzęt zabezpieczający przed działaniem łuku elektrycznego, produktów spalania i przed obrażeniami mechanicznymi (w tym przed upadkiem z wysokości lub w zagłębienie), sprzęt pomocniczy.

Sprzęt izolacyjny– jest to sprzęt chroniący człowieka przed przepływem przez jego ciało prądu elektrycznego. Sprzęt ten dzieli się na zasadniczy i dodatkowy. Sprzętem zasadniczym jest sprzęt, za pomocą którego można w sposób bezpieczny dotykać części czynnych znajdujących się pod napięciem. Sprzętem dodatkowym jest sprzęt, który nie może być użyty sam przy wykonywaniu pracy, gdyż nie stanowi pełnego zabezpieczenia. Natomiast użyty łącznie ze sprzętem zasadniczym zwiększa bezpieczeństwo pracy. Sprzęt izolacyjny i jego podział na sprzęt zasadniczy i dodatkowy, w zależności od napięcia, przedstawiono w tabeli.

Tabela 9.1. Podział sprzętu izolacyjnego

Rodzaj sprzętu	Napięcie	
	powyżej 1000 V	do 1000 V
Zasadniczy	drążki, kleszcze, wskaźniki napięcia	drążki, kleszcze, wskaźniki napięcia, uchwyty izolacyjne do bezpieczników, rękawice dielektryczne, narzędzia izolowane
Dodatkowy	rękawice dielektryczne, półbuty dielektryczne, dywaniki i chodniki gumowe, pomosty izolacyjne	kalosze izolacyjne, dywaniki i chodniki gumowe, pomosty izolacyjne

Sprzęt do stwierdzania obecności lub braku napięcia – są to wskaźniki wysokiego i niskiego napięcia oraz uzgadniacze faz.

Wskaźniki wysokiego napięcia dzielą się na wskaźniki: optyczne (neonowe), akustyczne i akustyczno-optyczne. Neonowe wskaźniki wysokiego napięcia przeznaczone są do optycznej sygnalizacji braku lub obecności napięcia. Wykonywane są na napięcia od 1 kV do 750 kV i przeznaczone do mocowania na drążku izolacyjnym.

Wskaźniki niskiego napięcia dzielą się na jednobiegunowe i dwubiegunowe. Wskaźniki jednobiegunowe przeznaczone są dla napięć do 250 (500) V a dwubiegunowe – do 750 V.

Uzgadniacze faz – są to urządzenia do optycznego sprawdzania zgodności lub niezgodności faz między dwoma obwodami znajdującymi się pod napięciem.

Sprzęt chroniący przed pojawieniem się napięcia to uziemiacze przenośne i zarzutki.

Służą one do ochrony miejsca pracy przed możliwością ponownego pojawienia się napięcia na wyłączonych spod napięcia elementach urządzeń elektroenergetycznych. Zakłada się je na te elementy urządzeń natychmiast po wyłączeniu napięcia i stwierdzeniu jego braku.

Sprzęt zabezpieczający przed działaniem łuku elektrycznego, produktów spalania lub przed obrażeniami mechanicznymi to:

- okulary ochronne przeciwodpryskowe,
- szelki bezpieczeństwa,
- maski przeciwgazowe,
- rękawice, fartuchy, ubrania przeciwogniowe,
- drabiny i podnośniki oraz słupołazy.

Sprzęt pomocniczy – jest to sprzęt, do którego zalicza się:

- przenośne ogrodzenia i płyty izolacyjne,
- barierki i linki,
- nakładki izolacyjne,
- tablice ostrzegawcze,
- siatki ochronne.

Sprzęt ochronny należy numerować i ewidencjonować przestrzegając następujących zasad:

a) na sprzęcie ochronnym należy w sposób trwały zaznaczyć:
   - **numer ewidencyjny,**
   - **datę następnej próby okresowej,**
   - **cechy przeznaczenia (napięcie robocze w kV),**

b) ewidencję sprzętu ochronnego należy prowadzić tak, aby łatwo było znaleźć miejsce, w którym sprzęt się znajduje oraz sprawdzić datę prób okresowych,
c) należy prowadzić oddzielny wykaz wszystkich nakładanych przenośnych uziemiaczy; założone uziemiacze należy przekazywać kolejnym zmianom wg liczby i numeracji, przy czym należy dokładnie podawać numery uziemiaczy i miejsce ich założenia,
d) przy wydawaniu sprzętu ochronnego do osobistego użytkowania należy wpisać datę wydania i rodzaj sprzętu; sprzęt ochronny do osobistego użytkowania należy wydać na czas określony, po upływie którego powinien być zwrócony.

Sprzęt ochronny należy rozmieścić w zakładzie zgodnie ze szczegółową instrukcją. Powinna ona określać zakres wyposażenia w sprzęt ochronny zespołów pracowników jak i indywidualnych pracowników.
Przechowywanie sprzętu ochronnego razem z narzędziami pracy jest zabronione! Sprzęt ochronny i narzędzia pracy należy przechowywać w miejscach do tego wyznaczonych w warunkach zapewniających utrzymanie ich w pełnej sprawności, wyposażonych w odpowiednie stojaki lub/i haczyki do zawieszania drążków i tablic ostrzegawczych a także uziemiaczy przenośnych oraz w szafki do przechowywania rękawic, półbutów, masek, wskaźników napięcia itp. Sprzęt ochronny gumowy należy przechowywać w temperaturze nie wyższej od 25 ºC w stanie nie naprężonym w miejscach suchych, chronionych przed działaniem promieni słonecznych, z dala od olejów, kwasów, benzyny i innych szkodliwie działających na gumę substancji. Sprzęt wykonany z drewna lub bakelitu (materiałów higroskopijnych) powinien być przechowywany w pomieszczeniach suchych lub w szczelnych futerałach. Sprzęt ochronny powinien być przewożony w specjalnych pojemnikach, skrzyniach, futerałach lub nieprzemakalnych pokrowcach.

Wykonywanie badań okresowych sprzętu ochronnego

Sprzęt ochronny i narzędzia pracy powinny być poddawane okresowym próbom w zakresie ustalonym w Polskich Normach lub w dokumentacji producenta. Okresowym próbom wytrzymałości elektrycznej należy poddawać izolacyjny sprzęt ochronny. Sprzęt, którego termin ważności próby okresowej został przekroczony nie może być dalej stosowany i należy go natychmiast wycofać z użycia. Próby wytrzymałości elektrycznej należy wykonywać w terminach określonych w normach przedmiotowych sprzętu ochronnego, jednak nie rzadziej niż w przedstawionych w tabeli.

Tabela 9.2. Terminy wykonywania badań okresowych sprzętu ochronnego

Rodzaj sprzętu	Terminy badań
Rękawice, półbuty i kalosze dielektryczne, drążki izolacyjne i wskaźniki napięcia na napięcie od 1 kV do 110 kV, uzgadniacze faz, drążki pomiarowe	Co 12 miesięcy
Drążki izolacyjne (z wyjątkiem pomiarowych) i wskaźniki napięcia na napięcie 220, 400 i 750 kV, kleszcze i uchwyty izolacyjne, dywaniki i chodniki gumowe	Co 2 lata
Pomosty izolacyjne	Co 3 lata
Uwaga: Nie wolno wykonywać żadnych prób wytrzymałości mechanicznej izolacyjnego sprzętu ochronnego!	

9.2. ZNAKI BEZPIECZEŃSTWA I TABLICE OSTRZEGAWCZE

Ze względu na sposób umocowania tablice i znaki bezpieczeństwa dzielą się na stałe i przenośne. Ze względu na miejsce umieszczenia treści napisu (hasła) tablice dzielą się na typu A, z treścią napisu umieszczoną pod znakiem i typu B – z treścią napisu umieszczoną po prawej stronie znaku bezpieczeństwa. Wymagania techniczne dotyczące kształtów, wymiarów, rozmieszczenia otworów do mocowania i barwy znaków podane są w normie PN-88/E-08501.

Zgodnie z normą tablice i znaki bezpieczeństwa ze względu na ich funkcję dzielą się na:

ostrzegawcze (trójkąt na kwadratowym białym tle o barwie żółtej z czarną obwódką i czarnym symbolem błyskawicy), które są przeznaczone do podkreślania i ostrzegania o bezpośrednim istniejącym lub mogącym powstać zagrożeniu, jeżeli łączy się ono ze zjawiskami fizycznymi oraz z przewidywaną do wykonania czynnością (znaki te umieszcza się np. na słupach linii napowietrznych, oświetlenia ulicznego, ogrodzeniach rozdzielni, stacji itp.).



Na tablicach ostrzegawczych umieszczane są następujące napisy, na przykład:

Nie dotykać! Urządzenie elektryczne!
Wysokie napięcie – niebezpieczne dla życia

Niebezpieczeństwo dla życia przy dotykaniu urządzenia elektrycznego
Niebezpieczeństwo dla życia przy dotknięciu przewodów
Niebezpieczeństwo porażenia napięciem indukowanym

zakazu (pierścień o barwie czerwonej na kwadratowym białym tle z czarnym symbolem błyskawicy), które są przeznaczone do zakazania wykonania czynności w danej sytuacji nie-bezpiecznej, nieprawidłowej lub niezgodnej z przepisami i stwarzającej zagrożenie porażeniem lub poparzeniem (znaki te umieszcza się np. na drzwiach celek rozdzielni, stacji transformatorowych itp.).



Na tablicach nakazu umieszczane są następujące napisy, na przykład:

Pracuj tylko tutaj , Przed wejściem wyłącz, Wyłącz przed rozpoczęciem pracy, Wyłącz w niebezpieczeństwie

W niebezpieczeństwie naciśnij przycisk
To miejsce musi być zawsze wolne
Pracuj tylko nieiskrzącymi narzędziami
Przed zdjęciem osłony (ochrony) – wyłącz
Przed otwarciem rozładuj – wysokie napięcie
Przed wejściem rozładuj – wysokie napięcie
Wyłącz obustronnie
Przed pracą uziemić

nakazu (koło na kwadratowym białym tle o barwie niebieskiej z białym symbolem błyskawicy), które są przeznaczone do ostrzeżenia przed następstwami zagrożenia lub do wydania pewnego, określone-go polecenia przy wykonywaniu czynności (znaki te umieszcza się np. na łącznikach, drzwiach celek, pulpitach, silnikach itp.),



Na tablicach zakazu umieszczane są następujące napisy, na przykład:

Dotykanie wzbronione , Nie załączać , Nie załączać – pracują ludzie, Nie załączać – na linii pracują ludzie

Niebezpieczeństwo dla życia, Nie wchodzić do laboratorium
Nie wchodzić Nie wchodzić do stacji prób
Wejście wzbronione Niebezpieczne dla życia
Dotykanie wzbronione

informacyjne (kwadrat o barwie niebieskiej z białym symbolem błyskawicy), które są przeznaczone do informowania o możliwościach osiągnięcia stanu bezpieczeństwa i zwracania uwagi na stan urządzeń (znaki te umieszcza się przy organizowaniu miejsca pracy lub dla oznaczenia miejsc zainstalowania i stanu urządzeń).



Na tablicach informacyjnych umieszczane są następujące napisy, na przykład:

Miejsce pracy, Uziemiono, Włączono, Wyłączono, Zwarto

Napięcie 12 V Napięcie 24 V Napięcie V
Włączono Wyłączono
Wyłącznik główny Wyłącznik (prądu)
Wyłącznik główny linii Wyłącznik główny budynku
Wyłącznik główny dźwigu Podział sieci

10. ZASADY WYKONYWANIA PRAC PRZY URZĄDZENIACH ELEKTROENEGETYCZNYCH

10.1. PRACOWNICY UPRAWNIENI DO WYKONYWANIA PRAC PRZY URZĄDZENIACH ELEKTRYCZNYCH

Zgodnie z Rozporządzeniem MG każde urządzenie i instalacja elektryczna przed dopuszczeniem do eksploatacji powinny posiadać wymagany odrębnymi przepisami certyfikat na znak bezpieczeństwa (o ile obowiązek taki istnieje), albo posiadać deklarację zgodności z Polskimi Normami wprowadzonymi do obowiązkowego stosowania oraz wymaganymi określonymi w odrębnych przepisach. Urządzenia i instalacje elektryczne powinny być eksploatowane tylko przez **upoważnionych pracowników** z zachowaniem postanowień określonych w instrukcjach eksploatacji.

Uwaga: *Wymagania rozporządzenia nie dotyczą prac przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych o napięciu do 50 V prądu przemiennego i 120 V prądu stałego oraz przy urządzeniach elektrycznych powszechnego użytku.*

Rozporządzenie MG rozróżnia:

- **pracowników uprawnionych**, tj. pracowników posiadających sprawdzone i właściwe kwlifikacje w zakresie eksploatacji danego rodzaju urządzeń i instalacji, potwierdzone świadectwem kwalifikacyjnym,
- **pracowników upoważnionych**, tj. pracowników, którzy w ramach swoich obowiązków służbowych lub na podstawie polecenia służbowego wykonują określone prace,
- **zespół pracowników**, tj. grupę pracowników w skład której wchodzą co najmniej dwie osoby wykonujące pracę,
- **zespół pracowników kwalifikowanych**, tj. grupę pracowników, w której co najmniej połowa, lecz nie mniej niż dwie osoby, posiadają ważne świadectwa kwalifikacyjne.

Zabronione jest:

- eksploatowanie urządzeń i instalacji energetycznych bez przewidzianych dla tych urządzeń i instalacji środków ochrony i zabezpieczeń,
- dokonywanie zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione.

Urządzenia, instalacje energetyczne lub ich części, przy których będą prowadzone prace konserwacyjne, remontowe lub modernizacyjne, powinny być wyłączone z ruchu, pozbawione czynników stwarzających zagrożenia i skutecznie zabezpieczone przed przypadkowym uruchomieniem oraz oznakowane. Powinny też być wyłączone urządzenia stwarzające zagrożenie w miejscu wykonywania pracy, ale znajdujące się poza tym stanowiskiem. Wymagania te nie dotyczą prac, dla których zastosowana technologia nie przewiduje wyłączeń z ruchu.

Prace w warunkach szczególnego zagrożenia dla zdrowia i życia ludzkiego (określone w ogólnych przepisach bezpieczeństwa i higieny pracy jako prace szczególnie niebezpieczne) **powinny być wykonywane przez co najmniej dwie osoby**, z wyjątkiem prac eksploatacyjnych z zakresu prób i pomiarów, konserwacji i napraw urządzeń i instalacji elektroenergetycznych o napięciu znamionowym do 1 kV wykonywanych przez osobę wyznaczoną na stałe do tych prac w obecności pracownika asekurującego, przeszkolonego w udzielaniu pierwszej pomocy. Rodzaje prac, które powinny być wykonywane przynajmniej przez dwie osoby, określają osobne przepisy. Przepisy określają też rodzaje prac, dla których wykonywania wymagana jest od pracownika **szczególna sprawność psychofizyczna**. Pracami takimi są między innymi prace:

- przy montażu i remoncie sieci trakcyjnej,
- przy liniach napowietrznych niskich, średnich i wysokich napięć.

Do prac wykonywanych warunkach szczególnego zagrożenia dla zdrowia i życia ludzkiego przy urządzeniach i instalacjach energetycznych **w** należy zaliczyć w szczególności prace:

- konserwacyjne, modernizacyjne i remontowe przy urządzeniach elektroenergetycznych znajdujących się pod napięciem,
- wykonywane w pobliżu nieosłoniętych ww. urządzeń lub ich części, znajdujących się pod napięciem,
- przy wyłączonych spod napięcia, lecz nie uziemionych urządzeniach elektroenergetycznych lub uziemionych w taki sposób, że żadne z uziemień (uziemiaczy) nie jest widoczne z miejsca pracy,
- przy opuszczaniu i zawieszaniu przewodów na wyłączonych spod napięcia elektroenergetycznych liniach napowietrznych, w przęsłach krzyżujących drogi kołowe, wodne i kołowe,
- związane z identyfikacją i przecinaniem kabli elektroenergetycznych,
- przy wyłączonym spod napięcia torze dwutorowej elektroenergetycznej linii napowietrznej o napięciu 1 kV i powyżej, jeśli drugi tor linii pozostaje pod napięciem,
- przy wyłączonych spod napięcia lub znajdujących się w budowie elektroenergetycznych liniach napowietrznych, które krzyżują się w strefie ograniczonej uziemieniami ochronnymi z liniami znajdującymi się pod napięciem lub mogącymi znaleźć się pod napięciem i przewodami trakcji elektrycznej,
- przy wykonywaniu prób i pomiarów, z wyłączeniem prac wykonywanych stale przez upoważnionych pracowników w ustalonych miejscach.

Eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych mogą zajmować się wyłącznie osoby, które spełniają wymagania kwalifikacyjne dla następujących stanowisk pracy:

1. **dozoru** – do których zalicza się stanowiska pracowników technicznych i innych osób kierujących czynnościami osób wykonujących prace w zakresie: obsługi, konserwacji, napraw, kontrolno-pomiarowym i montażu oraz stanowiska osób sprawujących nadzór nad eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci,
2. **eksploatacji** – do których zalicza się stanowiska osób wykonujących prace w zakresie: obsługi, konserwacji, napraw, kontrolno-pomiarowym i montażu urządzeń, instalacji i sieci.

Prace dotyczą wykonywania czynności:

1) **w zakresie obsługi** – mających wpływ na zmiany parametrów pracy obsługiwanych urządzeń, instalacji i sieci z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i wymagań ochrony środowiska,
2) **w zakresie konserwacji** – związanych z zabezpieczeniem i utrzymaniem należytego stanu technicznego urządzeń, instalacji i sieci,
3) **w zakresie remontów** – związanych z usuwaniem usterek, uszkodzeń oraz remontami urządzeń, instalacji i sieci w celu doprowadzenia ich do wymaganego stanu technicznego,
4) **w zakresie montażu –** niezbędnych do instalowania i przyłączania urządzeń, instalacji i sieci,
5) **w zakresie kontrolno-pomiarowym** – niezbędnych do dokonania oceny stanu technicznego, parametrów eksploatacyjnych, jakości regulacji i sprawności energetycznej urządzeń, instalacji i sieci.

Nie wymaga się potwierdzenia posiadania kwalifikacji w zakresie obsługi urządzeń i instalacji u użytkowników eksploatujących:

1) urządzenia elektryczne o napięciu nie wyższym niż 1 kV i mocy znamionowej nie wyższej niż 20 kW, jeżeli w dokumentacji urządzenia określono zasady jego obsługi,
2) urządzenia lub instalacje cieplne o mocy zainstalowanej nie wyższej niż 50 kW.

Wykaz stanowisk pracy osób, które muszą spełniać wymagania kwalifikacyjne ustalają pracodawcy. Kwalifikacje stwierdzane są na podstawie egzaminu ustnego przeprowadzonego przez określoną prawem komisję egzaminacyjną. Komisje te wydają świadectwa kwalifika-

cyjne oraz prowadzą rejestr wydanych świadectw. Zgodnie z obowiązującą obecnie ustawą Prawo Energetyczne sprawdzenie spełnienia wymagań kwalifikacyjnych powtarza się co 5 lat. W razie stwierdzenia, że eksploatacja urządzeń, instalacji i sieci jest prowadzona niezgodnie z przepisami dotyczącymi ich eksploatacji, na wniosek pracodawcy, inspektora pracy, Prezesa URE lub innego organu właściwego w sprawach regulacji gospodarki paliwami i energią, sprawdzenie spełnienia wymagań kwalifikacyjnych należy powtórzyć przed upływem pięciu lat.

Tablica.10.1 . Pracownicy odpowiedzialni za organizację i wykonanie pracy oraz stawiane im wymagania

Pełniona funkcja	Wymagania stawiane pracownikom w zależności od pełnionej funkcji dotyczące:	
	świadectwa kwalifikacyjnego	zatrudnienia
POLECENIODAWCA	**D**	Prowadzący eksploatację urządzeń i instalacji (§ 65.1) lub upoważniony przez niego pracownik (§ 2.15). W okresie wykonywania prac remontowych lub modernizacyjnych przy nieczynnych urządzeniach i instalacjach obowiązki poleceniodawcy mogą być przekazywane wykonawcy tych prac o ile obowiązki te określono w zawartej z nim umowie na piśmie (§ 65.3).
KOORDYNUJĄCY	**D**	Wyznaczony przez poleceniodawcę pracownik komórki organizacyjnej sprawujący dozór nad eksploatacją i ruchem urządzeń i instalacji, przy których będzie wykonywana praca (§ 68.1). W przypadkach, gdy dozór nad ruchem urządzeń i instalacji, o których mowa wyżej, jest prowadzona przez różne komórki organizacyjne zakładu, koordynującym powinna być osoba z kierownictwa jednej z tych komórek (par. 68.2). Jeżeli dozór nad ruchem urządzeń i instalacji, przy których będzie wykonywana praca, sprawowany jest przez poleceniodawcę, koordynującym powinien być sam poleceniodawca (§ 68.3).
DOPUSZCZAJĄCY	**E**	Wyznaczony przez poleceniodawcę pracownik posiadający pi-semne upoważnienie przez prowadzącego eksploatację urządzeń i instalacji, do wykonywania czynności łączeniowych w celu przygotowania miejsca pracy (§ 2.17).
NADZORUJĄCY	**D lub E**	Wyznaczony przez poleceniodawcę pracownik wykonujący wyłącznie czynności nadzoru (§ 2.18). Uwaga: Nadzorujący jest wyznaczany, gdy (§ 70.1): - prace wykonywać będzie zespół pracowników nie będący zespołem pracowników kwalifikowanych lub kierujący zespołem nie posiada świadectwa kwalifikacyjnego, - poleceniodawca uzna to za konieczne ze względu na szczególny charakter i warunki pracy
KIERUJĄCY ZESPOŁEM PRACOW.	**E**[1)] lub bez [2)]	Wyznaczony przez poleceniodawcę pracownik do kierowania zespołem pracowników (§ 2.19).
KIEROWNIK ROBÓT	**D**	Wyznaczony przez poleceniodawcę pracownik do koordynacji prac zespołów pracowników, gdy w jednym obiekcie pracuje więcej niż jeden zepół pracowników (§ 2.20).

1) gdy pracownik kieruje zespołem pracowników kwalifikowanych (§ 71.1),
2) gdy pracownik kieruje zespołem nie będącym zespołem pracowników kwalifikowanych (§ 71.1)

Tablica 14.2. Pracownicy odpowiedzialni za organizację i wykonanie pracy oraz zakres ich obowiązków

Pełniona funkcja	OBOWIĄZKI (WEDŁUG §§ 65.1, 68.4, 69.2, 70.3, 71.2, 72.2)
POLECENIO-DAWCA	wydanie polecenia na wykonywanie pracy (§ 65.1)
KOORDY-NUJĄCY	1) koordynowanie wykonywania prac, określonych w poleceniu, z ruchem urządzeń i instalacji, 2) określenie czynności łączeniowych związanych z przygotowaniem miejsca pracy, 3) wydanie zezwolenia na przygotowanie miejsca pracy, dopuszczenie do pracy i likwidację miejsca pracy, 4) podjęcie decyzji o uruchomieniu urządzeń i instalacji, przy których była wykonywana praca, 5) zapisanie w dokumentacji eksploatacji ustaleń wynikających z pkt. od 1) do 4).
DOPUSZ-CZAJĄCY	1) przygotowanie miejsca pracy, 2) dopuszczenie do wykonania pracy, 3) sprawdzenie wykonania pracy, 4) zlikwidowanie miejsca pracy po jej zakończeniu
NADZO-RUJĄCY	1) sprawdzenie przygotowania miejsca pracy i jego przejęcie od dopuszczającego, jeżeli zostało przygotowane właściwie, 2) zaznajomienie nadzorowanych pracowników z warunkami bezpiecznego wykonywania pracy, 3) sprawowanie ciągłego nadzoru nad pracownikami, aby nie przekraczali granicy wyznaczonego miejsca pracy, 4) powiadomienie dopuszczającego lub koordynującego o zakończeniu pracy
KIERUJĄCY ZESPOŁEM PRACOWNIKÓW: -kwalifikowanych: obowiązki wg pkt. od 1) do 7) - nie posiadających kwalifikacji, obowiązki wg pkt. 1) i od 4) do 6)	1) dobór pracowników o umiejętnościach zawodowych odpowiednich do wykonywania poleconej pracy, 2) sprawdzenie przygotowania miejsca pracy i przejęcie go od dopuszczającego, jeżeli zostało przygotowane właściwie, 3) zaznajomienie podległych pracowników ze sposobem przygotowania miejsca pracy, występującymi zagrożeniami w miejscu pracy i w bezpośrednim sąsiedztwie oraz warunkami i metodami bezpiecznego wykonywania pracy, 4) zapewnienie wykonywania pracy w sposób bezpieczny, 5) egzekwowania od członków zespołu stosowania właściwych środków ochrony indywidualnej, odzieży i obuwia roboczego oraz właściwych narzędzi i sprzętu, 6) nadzorowanie przestrzegania przez podległych pracowników przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy w czasie wykonywania pracy, 7) powiadomienie dopuszczającego lub koordynującego o zakończeniu pracy
KIEROWNIK ROBÓT	koordynowanie pracy różnych zespołów pracowników, w celu wyeliminowania zagrożeń wynikających z ich jednoczesnej pracy w jednym obiekcie

Prace przy urządzeniach i instalacjach elektrycznych w zależności od zbliżenia do części czynnych będących pod napięciem dzieli się na prace:

a) **Prace pod napięciem,** które należy wykonywać w oparciu o właściwą technologię pracy i przy zastosowaniu wymaganych narzędzi i środków ochronnych, określonych w instrukcji wykonywania tych prac.
b) **Prace w pobliżu napięcia,** które powinny być wykonywane przy użyciu środków ochronnych odpowiednich do występujących warunków pracy.
c) **Prace przy wyłączonym napięciu,** które sa wykonywane przy urządzeniach i instalacjach oddzielonych od części zasilających (pod napięciem) **przerwą izolacyjną**.

Za wymienioną wyżej przerwę izolacyjną uważa się:

- otwarte zestyki łącznika w odległości określonej w Polskiej Normie lub w dokumentacji producenta,
- wyjęte wkładki bezpiecznikowe,
- zdemontowanie części obwodu zasilającego,
- przerwanie ciągłości połączenia obwodu zasilającego w łącznikach o obudowie zamkniętej, stwierdzone w sposób jednoznaczny w oparciu o położenie wskaźnika odwzorowującego otwarcie wyłącznika.

W zależności od rodzaju wymaganego polecenia prace na czynnych urządzeniach i instalacjach elektrycznych dzieli się na prace wykonywane:

a) na polecenie pisemne:

- Prace w warunkach szczególnego zagrożenia zdrowia i życia ludzkiego,
- Prace wykonywane przez pracowników nie będących pracownikami zakładu prowadzącego eksploatację danego urzą-dzenia i instalacji (z wyjątkiem prac, dla których czynności związane z do-puszczeniem do pracy ustalono odrębnie na piśmie.

b) na polecenie ustne: w rozporządzeniu MG brak zapisu czynności, które mogą być wykonywane na polecenie ustne; należy rozumieć, że na polecenie ustne mogą być wykonywane prace, dla których nie jest wymagane polecenie pisemne, lub które dopuszcza się wykonywać bez polecenia.

c) na polecenie ustne:

- czynności związane z ratowaniem zdrowia i życia ludzkiego,
- prace dla zabezpieczenia urządzeń i instalacji przed zniszczeniem,
- prace eksploatacyjne określone w instrukcjach, prowadzone przez uprawnione i upoważnione osoby.

Polecenie wykonania pracy powinno w szczególności uwzględniać:

- zakres, rodzaj, miejsce i termin pracy,
- środki i warunki do bezpiecznego wykonywania pracy,
- liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję:
- koordynującego lub dopuszczającego, przez podanie stanowiska służbowego lub
- imiennie,
- kierownika robót, nadzorującego lub kierującego zespołem pracowników – imiennie,
- planowane przerwy w pracy.

Polecenie pisemne wykonania pracy powinno być wystawiane (§ 73.1):

- kierującemu zespołem lub nadzorującemu i przekazane dopuszczającemu,
- na prace wykonywane przez jeden zespół w jednym miejscu pracy.

Dozwolone jest przekazywanie polecenia pisemnego środkami łączności. Dozwolone jest też wystawianie jednego polecenia pisemnego na takie same prace wykonywane przez jeden zespół pracowników kolejno w innych miejscach pracy, gdy zespół pracuje w tym samym czasie tylko w jednym miejscu a warunki bezpiecznego wykonania pracy są takie same we wszystkich miejscach.

Polecenie wykonania pracy jest ważne na czas określony przez poleceniodawcę. W razie potrzeby poleceniodawca może w poleceniu dokonać zmiany uprzednio podanych terminów wykonania pracy oraz zmiany liczby pracowników w składzie zespołu. W poleceniu pisemnym wykonania pracy zmiana terminów i liczby pracowników powinna być odnotowana w odpowiedniej rubryce. Prowadzący eksploatację urządzeń i instalacji jest obowiązany prowadzić wykaz poleceniodawców określający zakres udzielanego upoważnienia.

Przygotowanie miejsca pracy dokonuje osoba pełniąca funkcję dopuszczającego i polega ono na:

a) uzyskaniu zezwolenia na rozpoczęcie przygotowania miejsca pracy od koordynującego, jeżeli został on wyznaczony,
b) uzyskaniu od koordynującego potwierdzenia o wy-konaniu niezbędnych przełączeń oraz zezwolenia na dokonanie przełączeń i założenia odpowiednich urządzeń zabezpieczających, przewidzianych do wykonania przez dopuszczającego,
c) wyłączeniu urządzeń z ruchu w zakresie określonym w poleceniu i uzgodnionym z koordynującym, d)sprawdzeniu, czy w miejscu pracy w wyłączonych urządzeniach zostało usunięte zagrożenie – napięcie,
d) zastosowaniu wymaganych zabezpieczeń na wyłączonych urządzeniach – uziemień,
e) założeniu ogrodzeń i osłon w miejscu pracy stosownie do występujących potrzeb,
f) zablokowaniu napędów łącznika w sposób uniemożliwiający przypadkowe uruchomienie wyłączonych urządzeń,
g) oznaczeniu miejsca pracy i wywieszeniu tablic ostrzegawczych – w tym również w miejscach zdalnego sterowania napędami wyłączonych urządzeń („Nie załączać").

Przed przystąpieniem do wykonywania prac przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych wyłączonych spod napięcia należy:

1. wywiesić tablicę ostrzegawczą w miejscu wyłączenia obwodu o treści: "Nie załączać",
2. sprawdzić brak napięcia w wyłączonym obwodzie,
3. uziemić wyłączone urządzenia,
4. zastosować odpowiednie zabezpieczenie przed przypadkowym załączeniem napięcia,
5. zabezpieczyć i oznaczyć miejsce pracy odpowiednimi znakami i tablicami ostrzegawczymi.

UWAGA: Uziemienia należy wykonać tak, aby miejsce pracy znajdowało się w strefie ograniczonej uziemieniami; co najmniej jedno uziemienie powinno być widoczne z miejsca pracy. W razie zasilania wielostronnego, uziemienia powinny być wykonane od każdej strony zasilania.

Odpowiednimi zabezpieczeniami przed przypadkowym załączeniem napięcia uznaje się:

- w urządzeniach o napięciu znamionowym do 1 kV – wyjęcie wkładek bezpiecznikowych w obwodzie zasilającym lub zablokowanie napędu otwartego łącznika,
- w urządzeniach o napięciu znamionowym powyżej1 kV – unieruchomienie (otwartych styków) i zablokowanie napędów łączników lub wstawienie przegród izolacyjnych między otwarte styki łączników.

Rozpoczęcie pracy jest dozwolone po uprzednim przygotowaniu miejsca pracy oraz dopuszczeniu do pracy. Dopuszczenie do pracy polega na:

1. sprawdzeniu przygotowania miejsca pracy przez dopuszczającego i kierującego zespołem pracowników lub nadzorującego,
2. wskazaniu zespołowi pracowników miejsca pracy,
3. pouczeniu zespołu pracowników o warunkach pracy oraz wskazaniu zagrożeń występujących w sąsiedztwie miejsca pracy,
4. udowodnieniu, że w miejscu pracy zagrożenie nie występuje,
5. potwierdzeniu dopuszczenia do pracy podpisami w odpowiednich rubrykach dwóch egzemplarzy polecenia pisemnego lub w przypadku polecenia ustnego - w dzienniku operacyjnym prowadzonym przez dopuszczającego.

Po dopuszczeniu do pracy:

- **oryginał polecenia pisemnego** powinien być przekazany kierownikowi robót lub kierującemu zespołem pracowników, lub nadzorującemu,
- **kopia polecenia** powinna pozostać u dopuszczającego.