

Ergonomia i zasady bezpiecznej pracy

Dr inż. RYSZARD PAWEŁEK

INSTYTUT ELEKTROENERGETYKI

Zaliczenie

- Na podstawie testu
- Na podstawie uprawnień SEP

Terminy zajęć w 2008 roku

Wykład 1

24.II.2008

Wykład 2

16.III. 2008

Test

18.V.2008, godz. 12:15

Test poprawkowy

1.VI.2008, godz. 12:15

II poprawa,

wpisy do indeksów

15.VI.2008, godz. 12:15

Literatura

1. J.Kozłowski, I.Wasiak “Ochrona przeciwporażeniowa w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia”
Rozdz. 1-5
2. H.Markiewicz “Instalacje elektryczne”
3. PN-IEC 60364-4 “Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa”
4. Warszawski Dom Wydawniczy „Pierwsza pomoc”
5. M. Wykowska „Ergonomia”, AGH Kraków
6. D. Koradecka „Bezpieczeństwo Pracy i Ergonomia”,
Centralny Instytut Ochrony Pracy Warszawa
7. [Wykład: www.p.lodz.pl/i15/wyklady.html](http://www.p.lodz.pl/i15/wyklady.html)

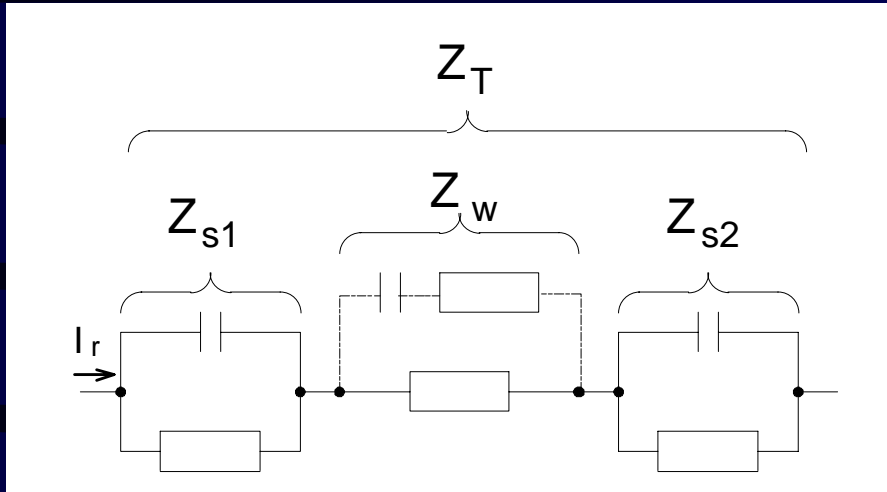
PROGRAM WYKŁADU

- Działanie prądu na organizm człowieka
 - impedancja ciała ludzkiego
 - skutki przepływu prądu przemiennego i stałego
- Rozpływ prądu w ziemi, uziemienia
- Napięcie dotykowe
- Niebezpieczeństwo porażeń w sieciach nn
- Zasady i rodzaje ochrony przeciwporażeniowej
- Środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim
- Równoczesna ochrona przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim

PROGRAM WYKŁADU

- Środki ochrony przed dotykiem pośrednim
- Samoczynne wyłączenie zasilania
- Środki techniczne:
 - Przewody ochronne, uziemiające i wyrównawcze
 - wyłączniki różnicowo-prądowe
 - wyłączniki nadmiarowoprądowe
- Pierwsza pomoc przy porażeniu prądem elektrycznym
- Ergonomia

Impedancja ciała człowieka



Największą impedancję dla przepływu prądu elektrycznego wykazuje wierzchnia warstwa naskórka o grubości 0,05÷0,2 mm

Schemat zastępczy impedancji ciała człowieka

Z_{s1} , Z_{s2} - impedancje skóry w miejscu zetknięcia się z elektrodami,

Z_w - impedancja wewnętrzna tkanek na drodze przepływu prądu,

Z_T - impedancja wypadkowa.

Impedancja ciała człowieka

Impedancja skóry zależy od:

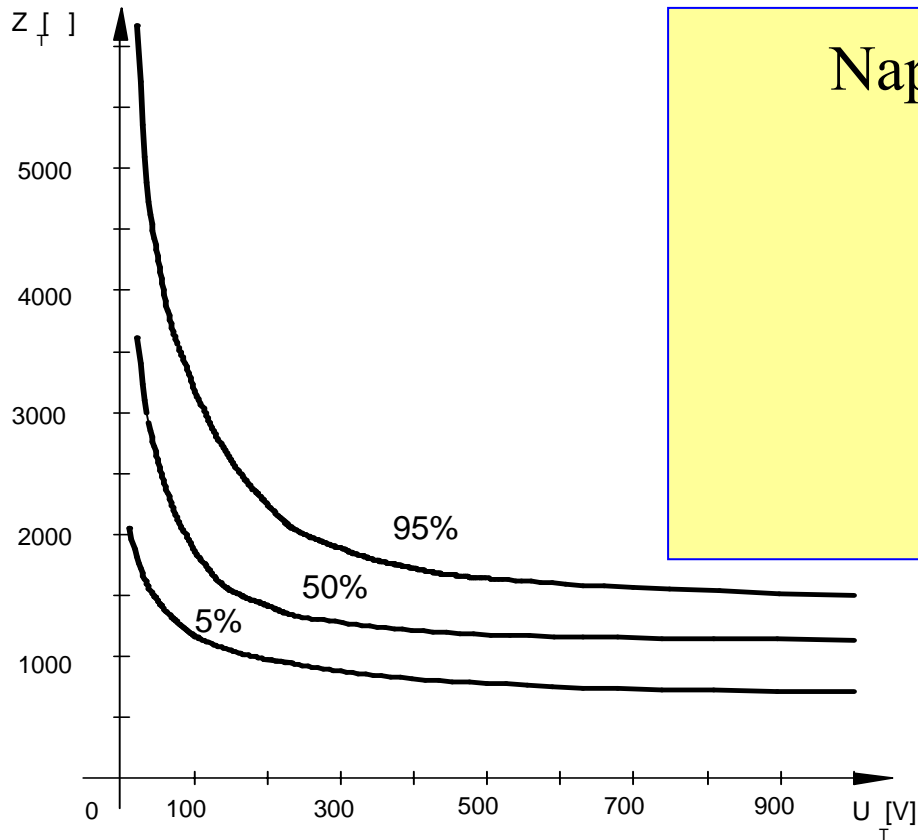
- stanu naskórka i stopnia jego zawilgocenia
- napięcia rażeniowego
- czasu trwania rażenia
- powierzchni dotyku i nacisku elektrod

Impedancja wewnętrzna zależy od:

- drogi przepływu prądu
- powierzchni styczności z elektrodami

Zmienność impedancji wypadkowej jest wynikiem zmienności jej części składowych. W zakresie napięć do ok. 500 V decydujące znaczenie ma impedancja skóry. Przy napięciach wyższych jej wpływ staje się pomijalny (zjawisko przebicia), a impedancja wypadkowa przyjmuje wartości impedancji wewnętrznej.

Impedancja ciała człowieka



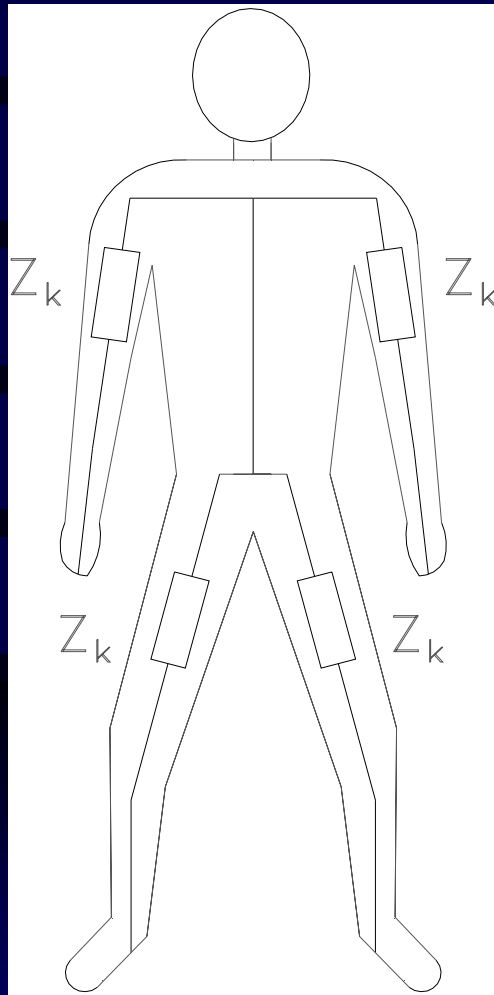
Napięciu rażeniowemu 230 V
odpowiadają na rysunku
następujące wartości:

- percentyl 95% - 2125 Ω ,
- percentyl 50% - 1350 Ω ,
- **percentyl 5% - 1000 Ω**

Statystyczne wartości wypadkowej impedancji ciała człowieka Z_T w zależności od napięcia rażeniowego U_T

(dla drogi przepływu prądu ręka - ręka, dla stanu suchego naskórka i przy dużej powierzchni styczności elektrod z ciałem człowieka tj.ok. 50÷100 cm²)

Impedancja ciała człowieka



Z_k - impedancja kończyny

$$Z_k = 500 \Omega$$

Uproszczony ogólny schemat
zastępczy impedancji ciała człowieka

Działanie prądu elektrycznego

Zakłócenia w pracy serca

- Praca normalna
- brak skurczów komór sercowych
- nieefektywne i asynchroniczne skurcze mięśnia sercowego
- fibrylacja komór sercowych

Zaburzenia oddychania

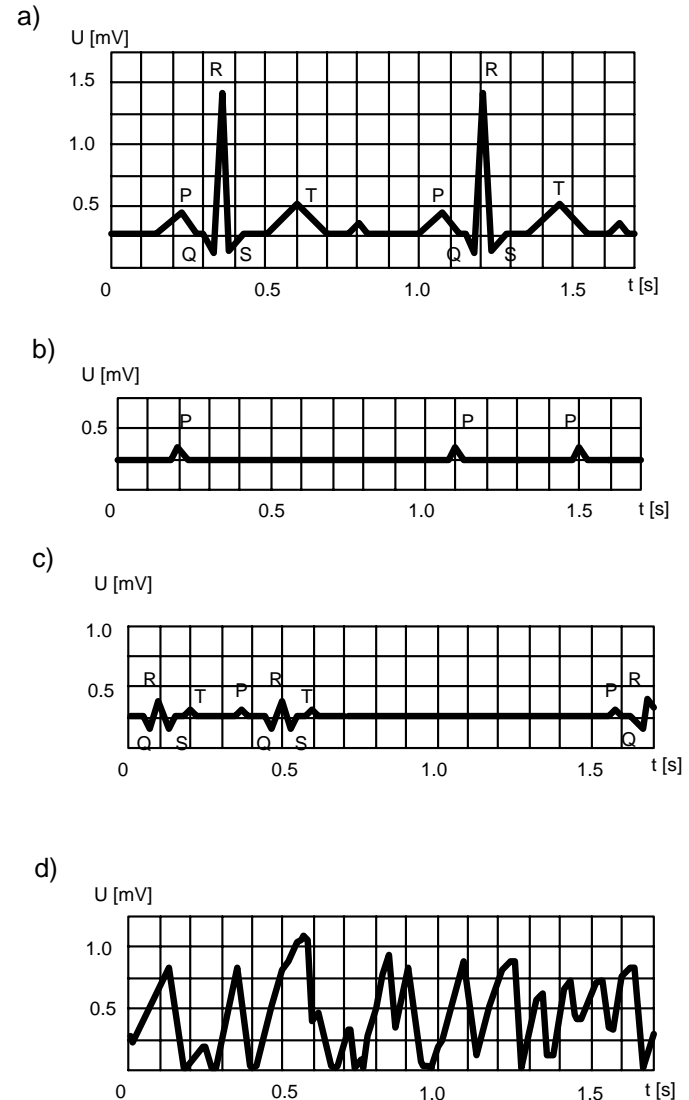
- Utrata przytomności
- Ustanie krążenia

Skutki termiczne

- Oparzenia skóry, mięśni
- Uszkodzenia organów wewnętrznych

Zaburzenia układu nerwowego

- Utrata przytomności
- Zaburzenia w czuciu i ruchach
- Nerwice lękowe



Próg odczuwania (percepcji) I_p – minimalna odczuwana przez człowieka wartość prądu

- Prąd przemienny 50 Hz: $I_p = 0.5 \text{ mA}$
- Prąd stały: $I_p = 2 \text{ mA}$

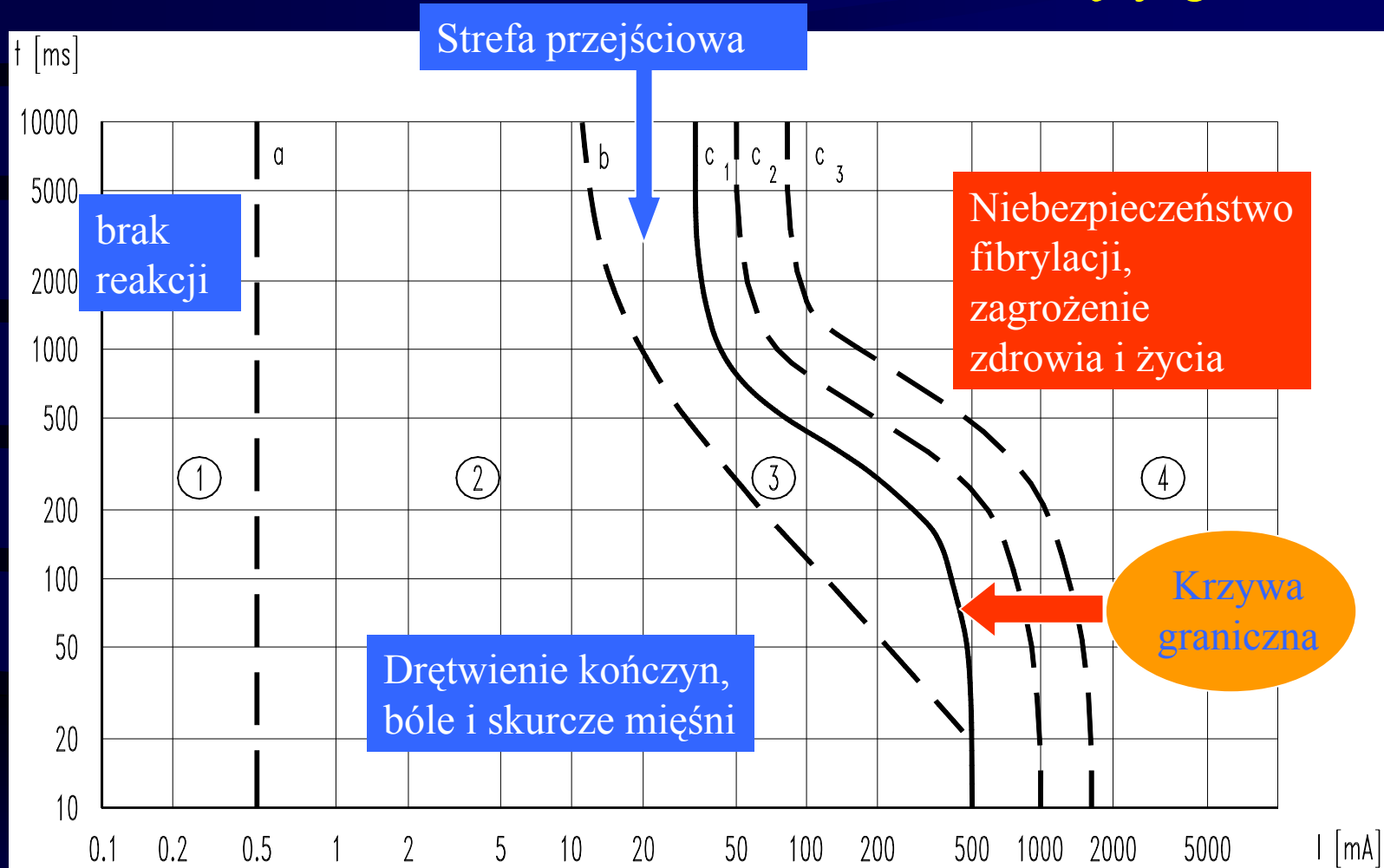
Próg samouwolnienia I_s - maksymalna wartość prądu, przy której osoba trzymająca elektrodę może samodzielnie uwolnić się spod napięcia.

- Prąd przemienny 50 Hz: $I_s = 10 \text{ mA}$
- Prąd stały: $I_s = 30 \text{ mA}$ – tylko przy skokowych zmianach

Próg fibrylacji I_f - max wartość prądu, przy której nie wystąpi fibrylacja komór serca

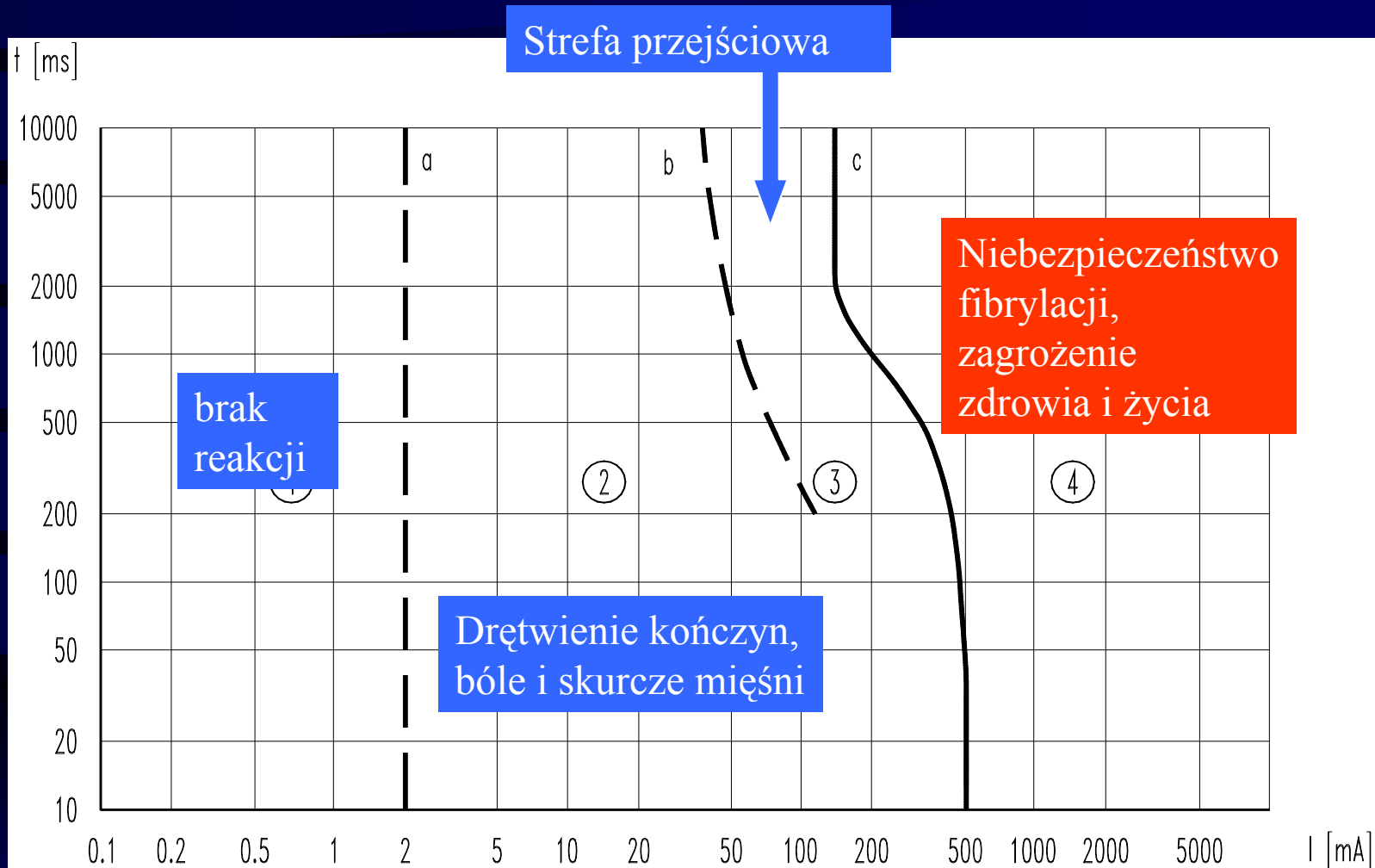
- Prąd przemienny 50 Hz: dla $t < 0,1 \text{ s}$ $I_f = 500 \text{ mA}$
dla $t > 1 \text{ s}$ $I_f = 30 \text{ mA}$
- Prąd stały: dla $t < 0,1 \text{ s}$ $I_f = 500 \text{ mA}$
dla $t > 1 \text{ s}$ $I_f = 120 \text{ mA}$

Prądy graniczne



Graniczne wartości prądów rażeniowych przemiennych o częstotliwości technicznej i strefy reakcji człowieka (droga rażenia „lewa ręka – stopy”)

Prądy graniczne



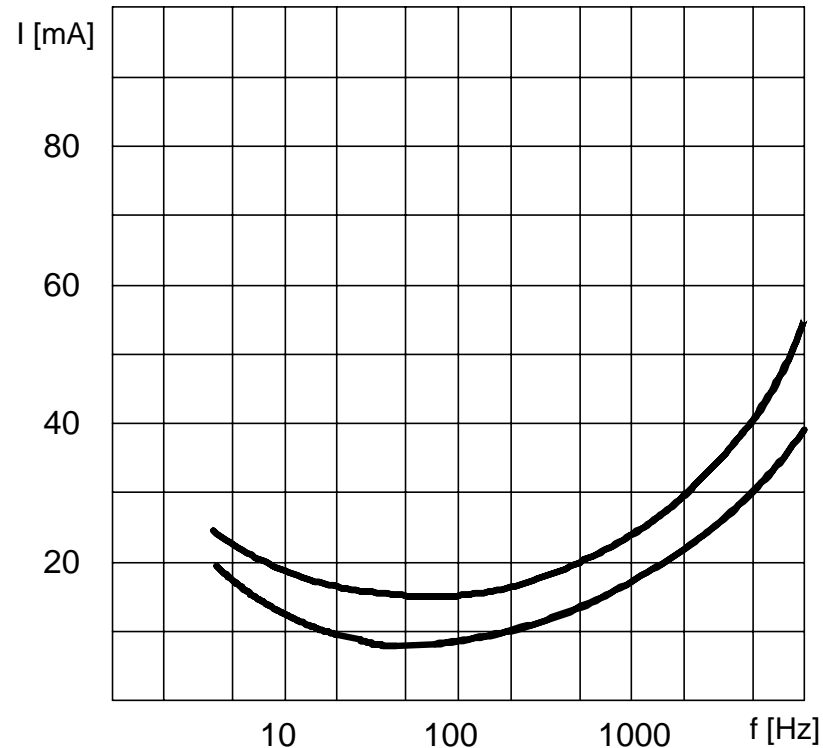
Graniczne wartości prądów rażeniowych stałej strefy reakcji człowieka (droga rażenia „lewa ręka – stopy”, dodatnia polaryzacja stóp)

Działanie prądu stałego

- Generalnie bezpieczniejszy - wyższe progi
- Progi: samowolnienia i percepcji - tylko przy zmianach wartości prądu
- Próg fibrylacji zależny od polaryzacji stóp względem ręki
- Groźniejsze tylko skutki termiczne - brak reakcji na przepływ prądu

Prądy graniczne

Prądy o wysokich częstotliwościach mają działanie bardziej powierzchniowe i mniej wnikają w głąb tkanek; głównie skutki termiczne.



Zależność prądów rażeniowych od częstotliwości

Działanie prądu o wyższej częstotliwości

- Generalnie bezpieczniejszy - wyższe progi a zwłaszcza próg fibrylacji - efekt naskórkowości
- Groźniejsze tylko skutki termiczne (zwłaszcza dla skóry) - brak reakcji na przepływ prądu

Ochrona przeciwporażeniowa - określenia

Część czynna – jest to przewód lub część przewodząca instalacji, znajdująca się pod napięciem w czasie normalnej pracy (**również przewód N**)

Część przewodząca dostępna – jest to dostępna dla dotyku przewodząca część instalacji, która nie jest pod napięciem w warunkach normalnej pracy, a na której napięcie może pojawić się w wyniku uszkodzenia.

Część przewodząca obca - jest to część przewodząca nie będąca częścią instalacji elektrycznej, która może znaleźć się pod określonym potencjałem.

Uziomem nazywa się metalowy przedmiot umieszczony w wierzchniej warstwie gruntu, zapewniający połączenie elektryczne przedmiotów uziemianych z ziemią.

Uziomy:

➤ Sztuczne

Pionowe – rury, pręty

Poziome – taśma stalowa,

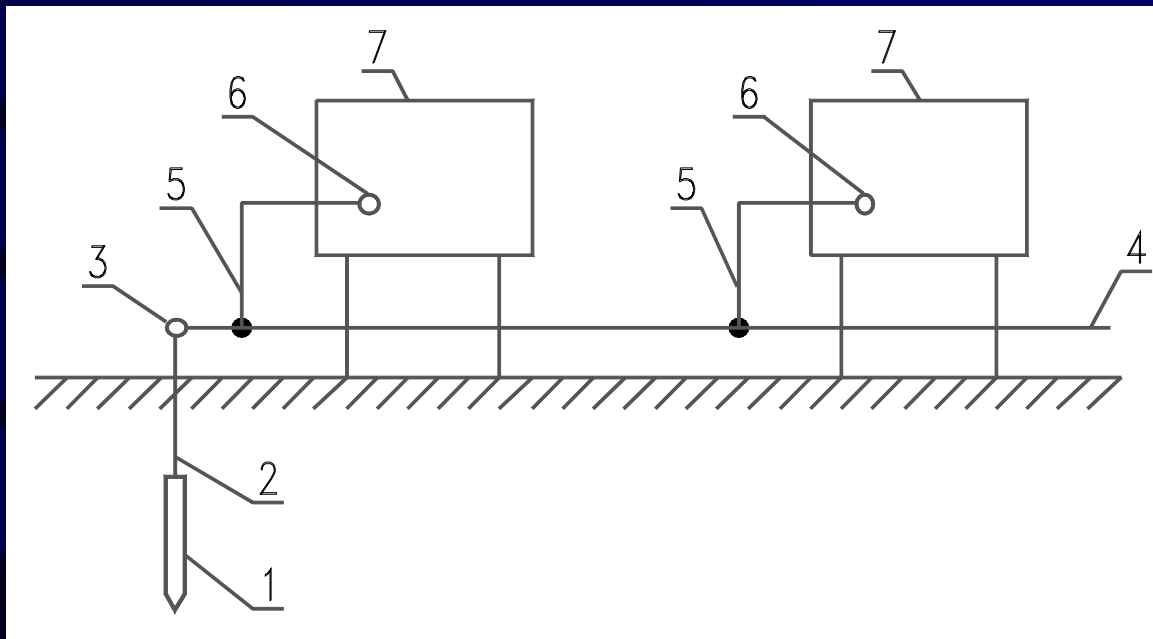
Płytowe – blacha

➤ Naturalne

Zbrojenia, rury wodociągowe, ołowiane powłoki i metalowe płaszcze kabli elektroenergetycznych

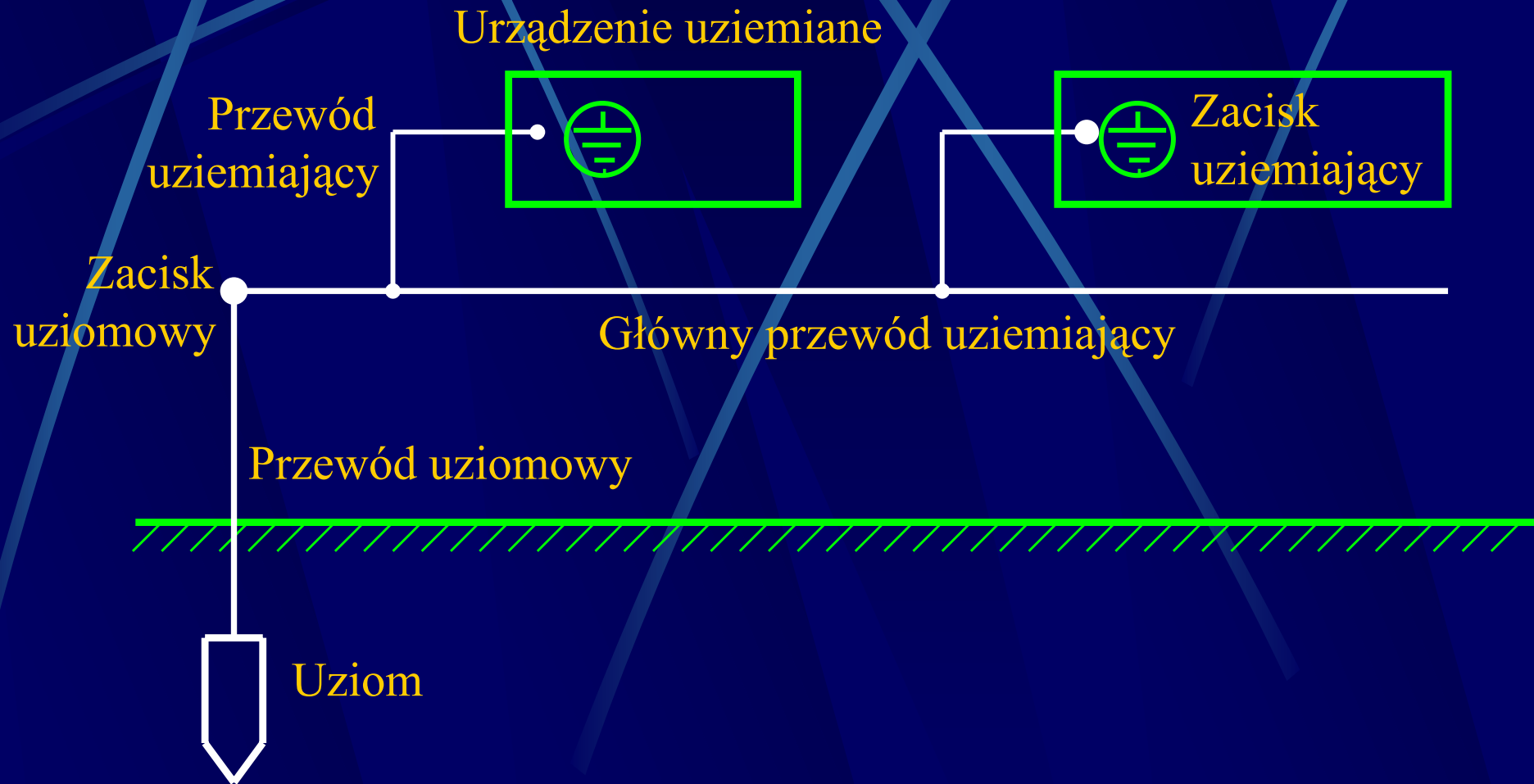
Uziemienia

Uziemienie jest to połączenie urządzeń z uziomem.



1 - uziom, 2 - przewód uziemiający, 3 - zacisk uziemiający,
4 - główna szyna uziemiająca, 5 - przewód ochronny, 6 - zacisk
ochronny, 7 - urządzenie uziemiane

Uziemienia



W instalacjach elektroenergetycznych stosuje się różne rodzaje uziemień:

- robocze,
- ochronne,
- odgromowe
- pomocnicze.

Uziemienie robocze lub inaczej **funkcjonalne** oznacza uziemienie określonego punktu obwodu elektrycznego, w celu zapewnienia prawidłowej pracy urządzeń elektrycznych w warunkach zwykłych i zakłóceń.

Uziemienia

Uziemienie ochronne polega na połączeniu dostępnych dla dotyku metalowych części urządzeń z uziomem, w celu zapewnienia ochrony przeciwporażeniowej.

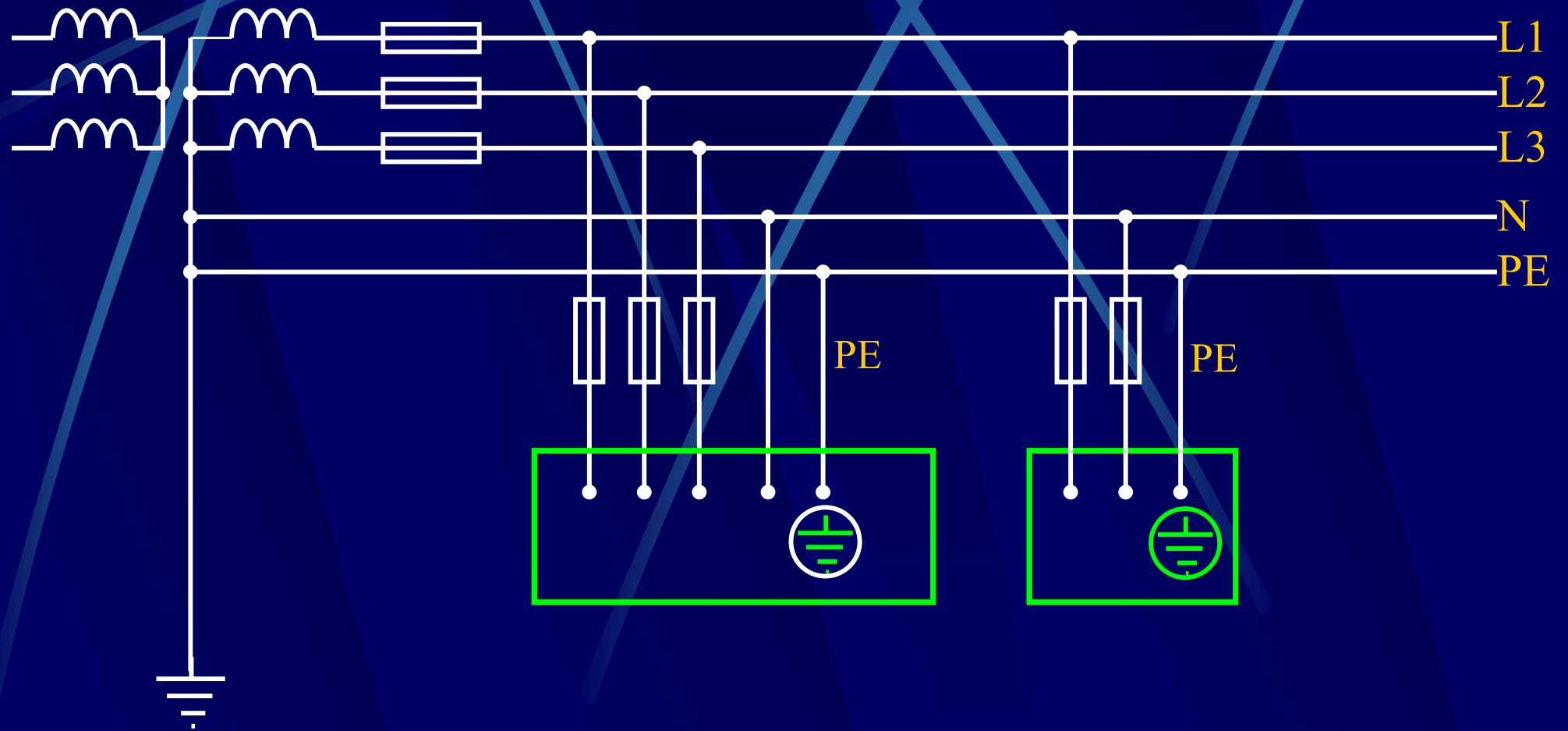
Uziemienie odgromowe służy do odprowadzenia do ziemi udarowych prądów wyładowań atmosferycznych.

Uziemienia pomocnicze wykorzystuje się dla celów ochrony przeciwporażeniowej oraz w układach pomiarowych i zabezpieczających.

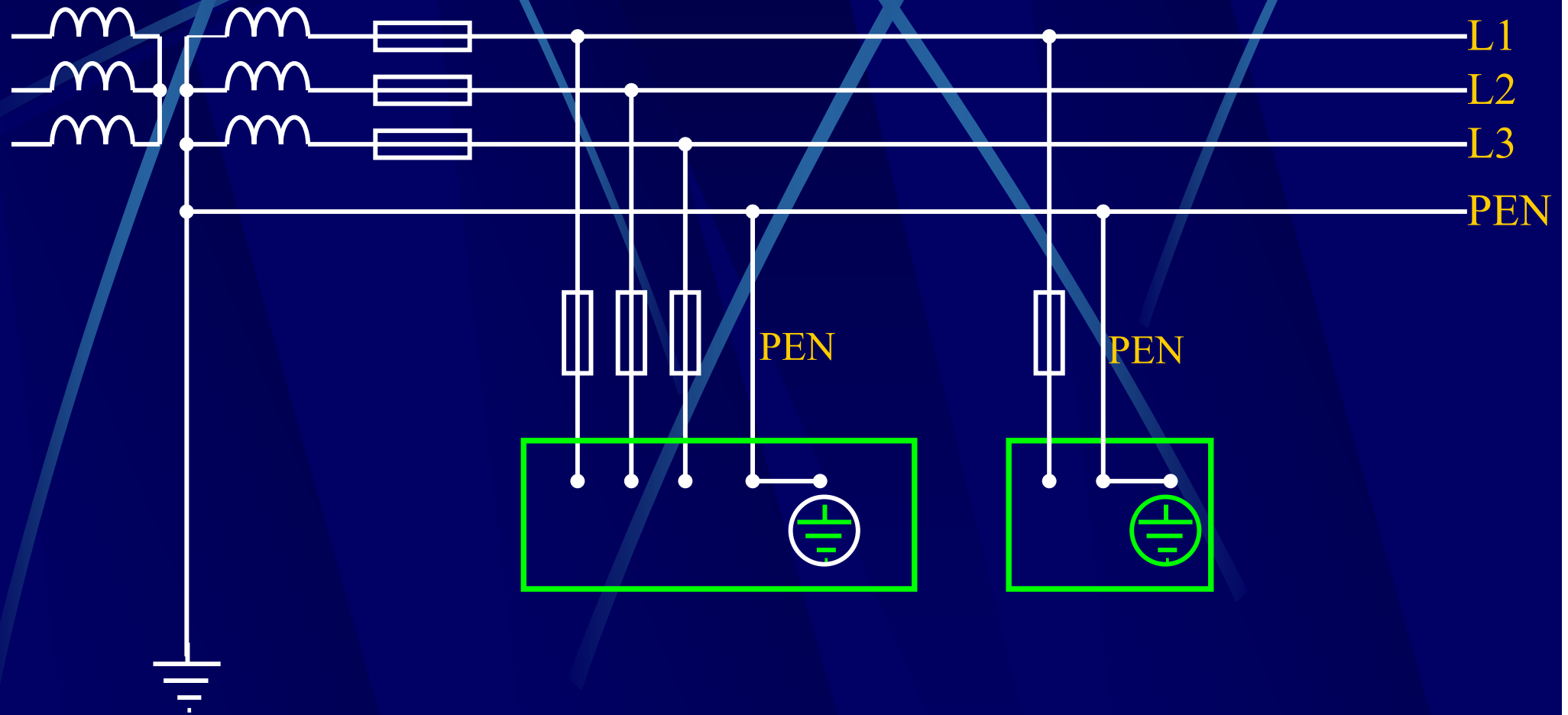
Rodzaje sieci elektroenergetycznych niskiego napięcia

- **TN** - sieć z uziemieniem roboczym i z zerowaniem ochronnym
 - **TN-C** - wspólny przewód ochronno-neutralny
 - **TN-S** - rozdzielone przewody ochronny i neutralny
 - **TN-C-S** - w części początkowej (od zasilania) sieć TN-C, w dalszej sieć TN-S
- **TT** - sieć z uziemieniem roboczym i z uziemieniami ochronnymi
- **IT** - sieć z izolowanym punktem gwiazdowym transformatora i z uziemieniami ochronnymi

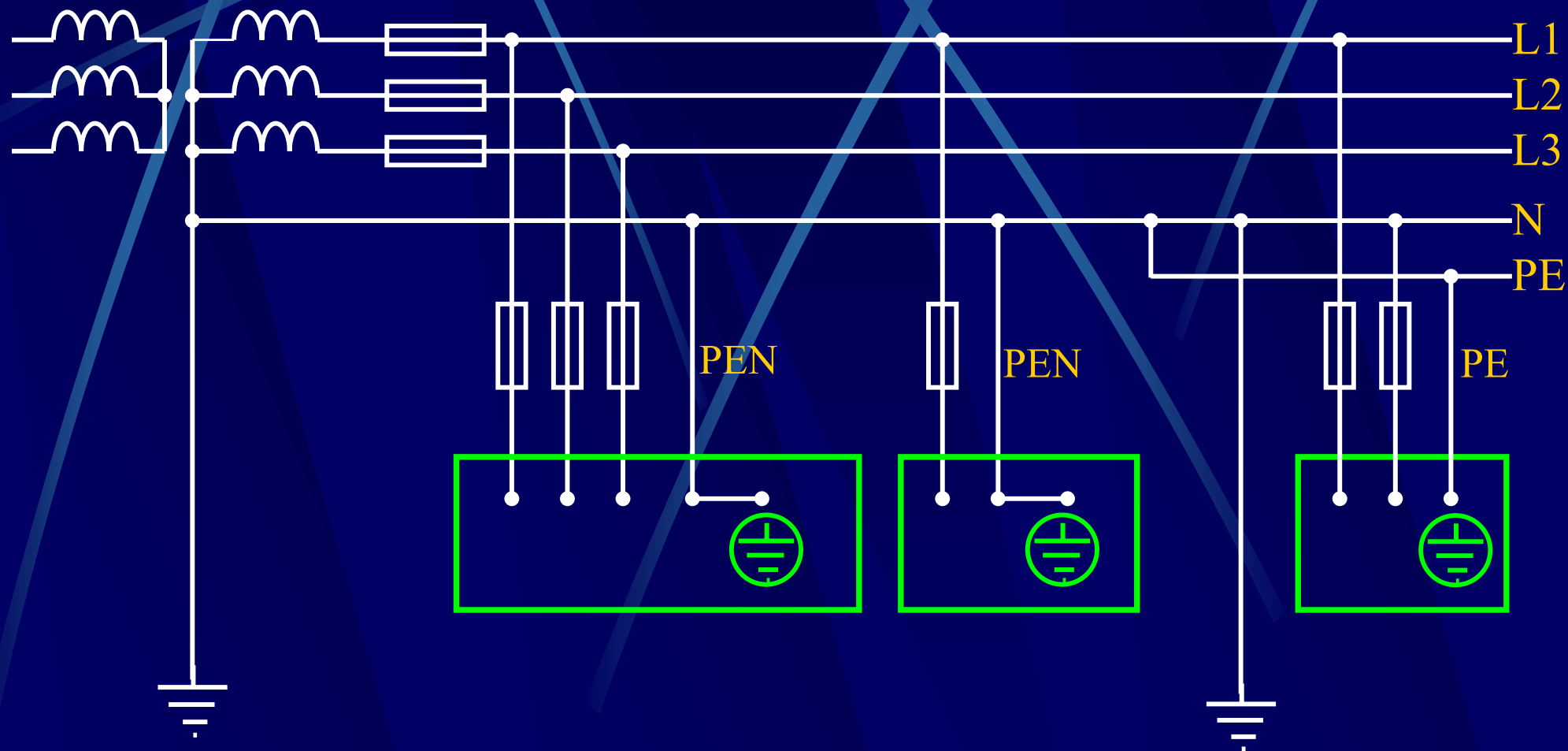
Sieć TN - S



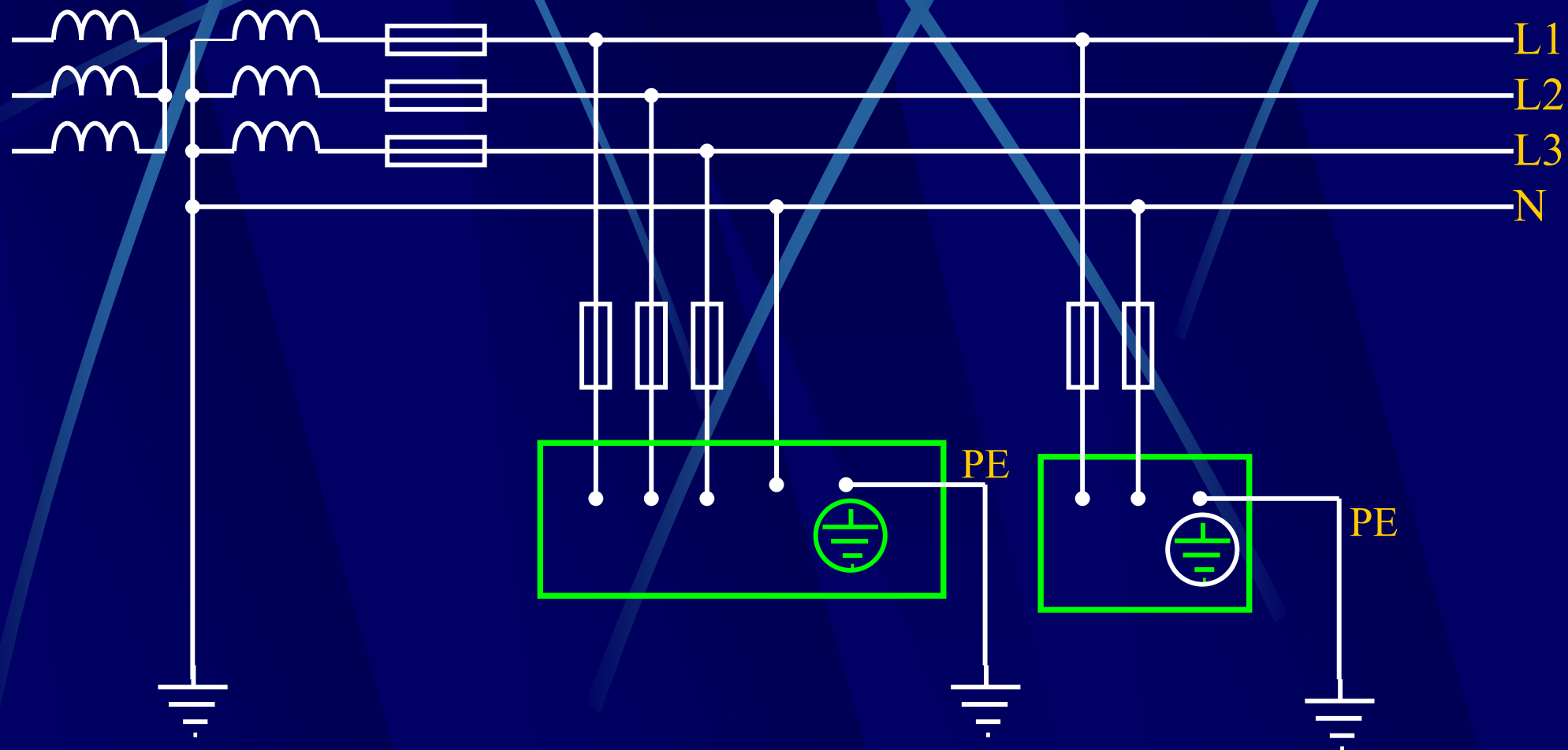
Sieć TN - C



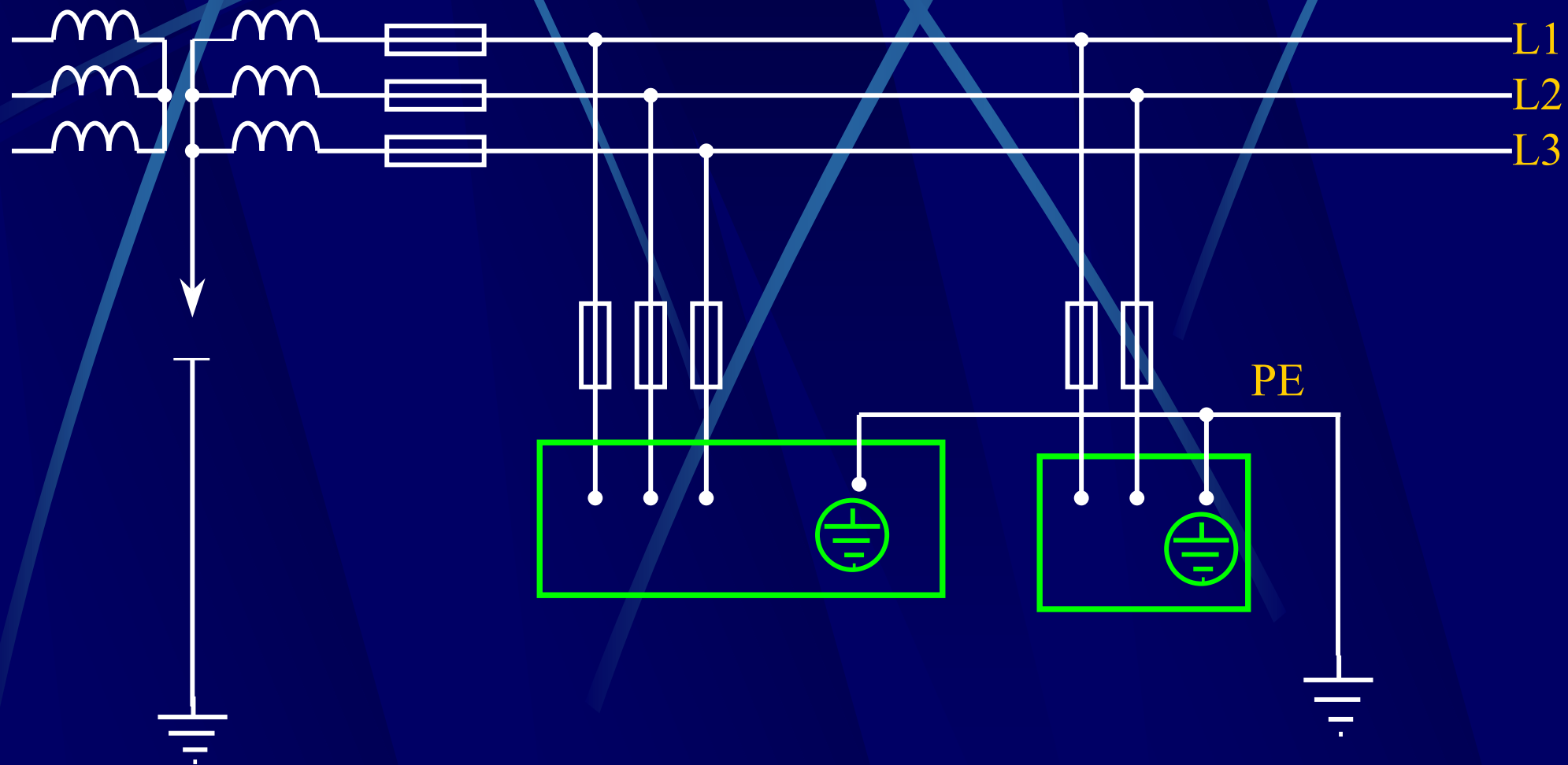
Sieć TN - C - S



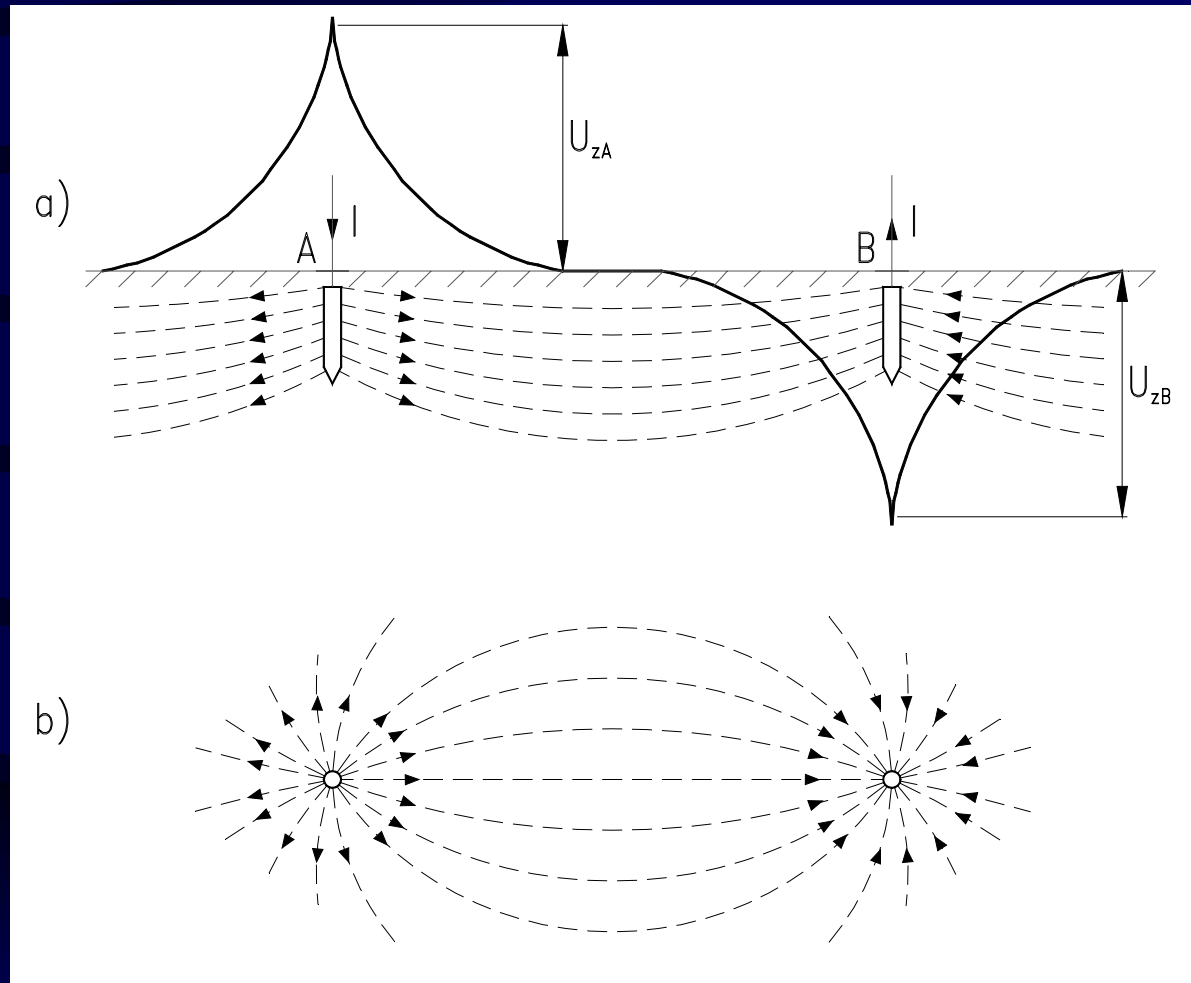
Sieć TT



Sieć IT



Ziemia jako przewodnik



Rozpływ prądu w ziemi oraz rozkład potencjału na jej powierzchni między dwoma uziomami pionowymi A, B.

Ziemia jako przewodnik

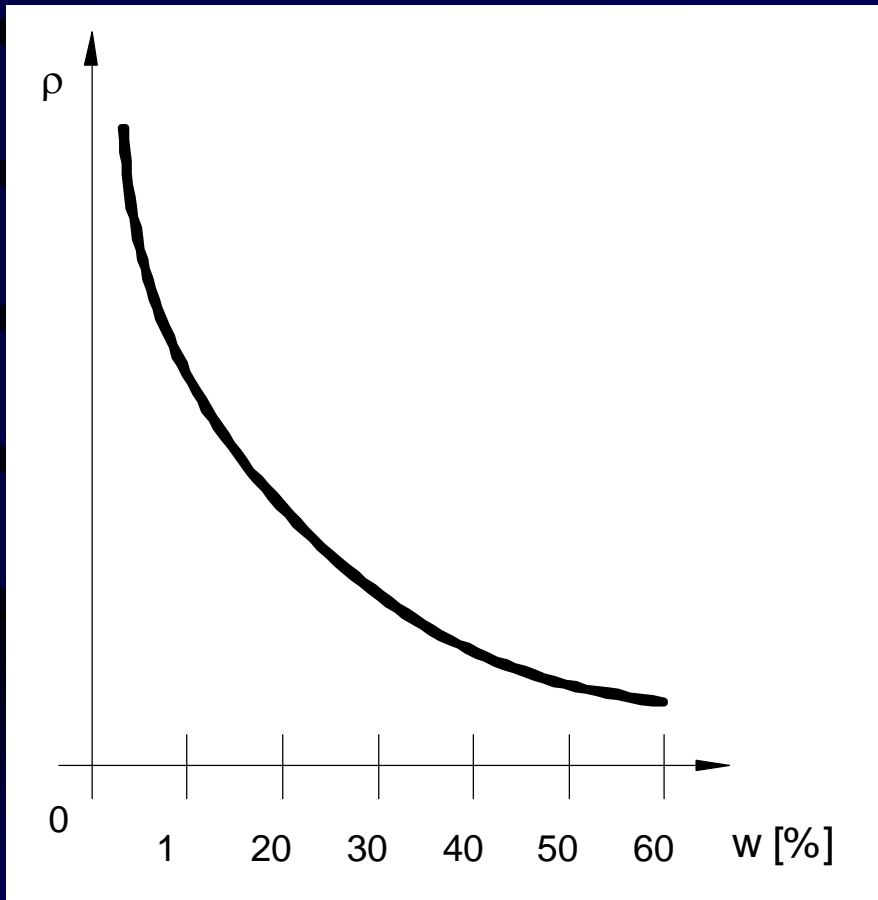
Rezystancją uziemienia nazywa się stosunek napięcia U_z występującego na uziemiu względem ziemi odniesienia, do prądu I przepływającego przez ten uziom.

$$R_z = \frac{U_z}{I} = \frac{V_0 - V_{20}}{I}$$

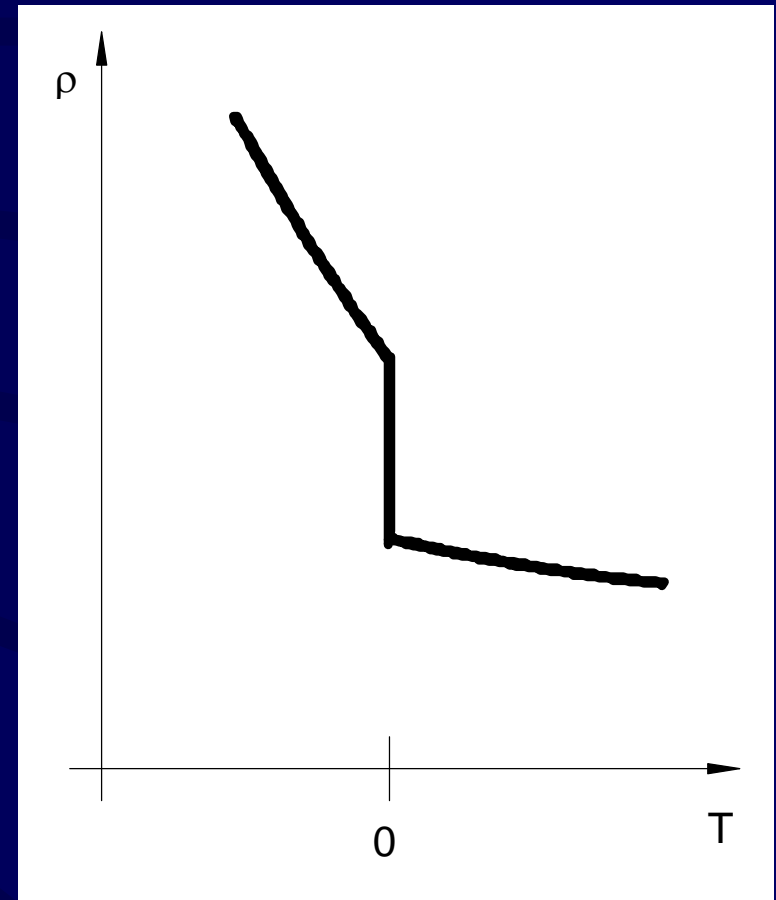
Napięcie U_z nazywa się **napięciem uziomowym**.

Ziemia jako przewodnik

Zależność rezystywności gruntu od:

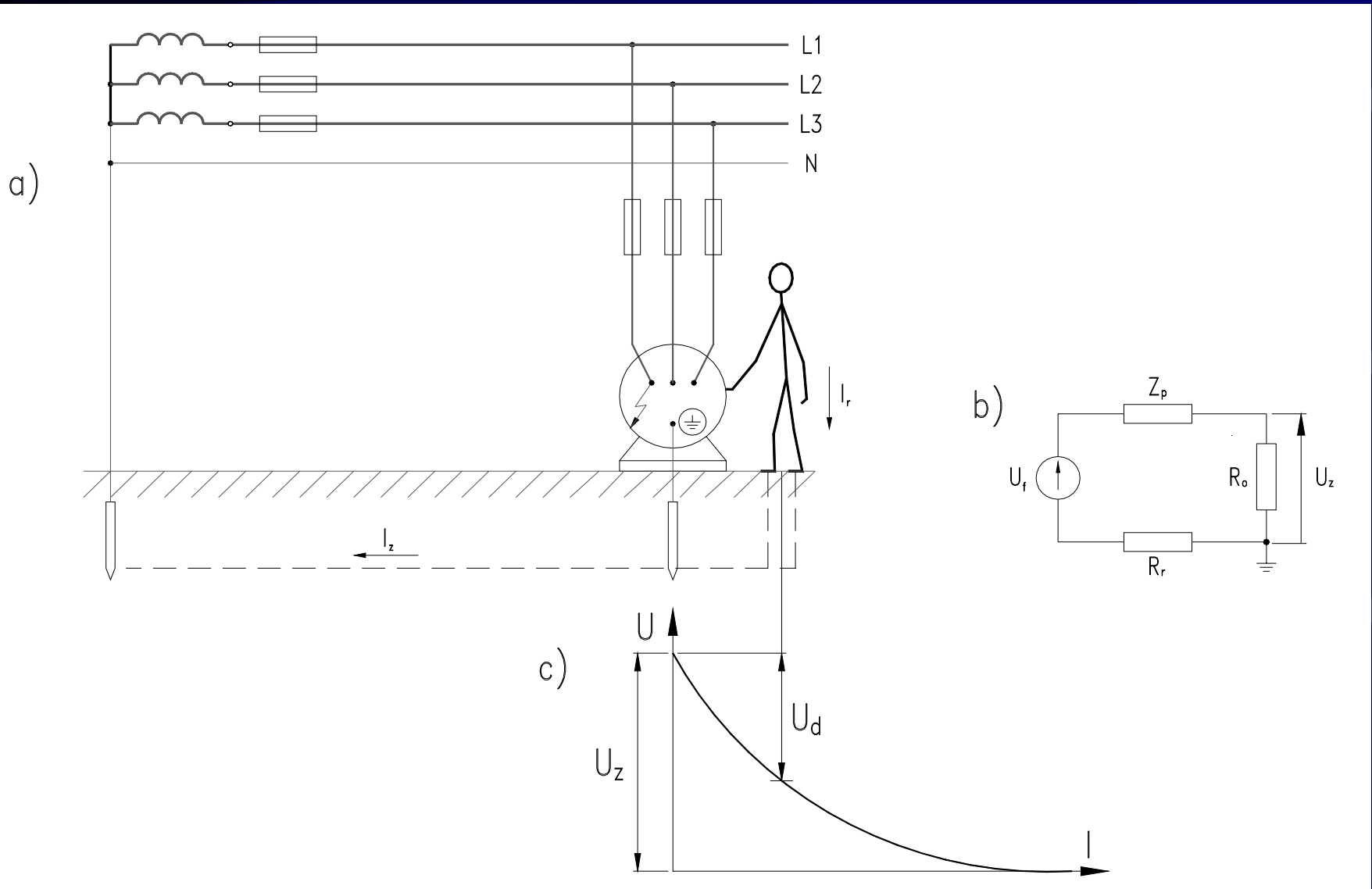


wilgotności względnej



temperatury

Napięcie dotykowe



Napięcie dotykowe

Napięcie dotykowe można zdefiniować jako napięcie między dwoma punktami nie należącymi do obwodu elektrycznego, których może dotknąć jednocześnie człowiek.

Pod wpływem napięcia dotykowego popłynie przez człowieka prąd rażeniowy I_{rd} na drodze ręka - stopy, równy:

$$I_{rd} = \frac{U_d}{R_c + 0.5 R_p}$$

Napięcie dotykowe

Rezystancja przejścia składa się z rezystancji obuwia człowieka R_{po} , oraz rezystancji podłoża R_{pp} , na którym człowiek ten stoi.

$$R_p = R_{po} + R_{pp}$$

- obuwiu na spodach gumowych - $R_{po} = 200 \times 10^6 \Omega$,
- obuwiu na spodach skórzanych - $R_{po} = 0.8 \times 10^6 \Omega$,
- obuwiu tekstylnym - $R_{po} = 0.1 \times 10^6 \Omega$,
- obuwiu tekstylnym wilgotnym - $R_{po} = 25 \Omega$

$$R_{pp} \approx 3\rho$$

$$R_{pp} \approx 3\rho$$

- płytki PCV -	$\rho = 10^7 \div 10^9 \Omega \cdot m,$
- terakota -	$\rho = 10^5 \div 10^7 \Omega \cdot m,$
- linoleum -	$\rho = 10^6 \div 10^{10} \Omega \cdot m,$
- marmur -	$\rho = 10^4 \div 10^5 \Omega \cdot m,$
- guma -	$\rho = 10^2 \Omega \cdot m,$
-drewno -	$\rho = 10^8 \div 10^{14} \Omega \cdot m$
-asfalt -	$\rho = 10^{10} \div 10^{12} \Omega \cdot m$

Stosunek napięcia dotykowego do uziomowego nazywa się współczynnikiem dotyku:

$$\alpha_d = \frac{U_d}{U_z}$$

W ogólnym przypadku $U_d \leq U_z$, więc $\alpha \leq 1$.

Napięcie rażeniowe

Napięciem rażeniowym U_r nazywa się spadek napięcia na rezystancji ciała człowieka przy przepływie przez niego prądu rażeniowego

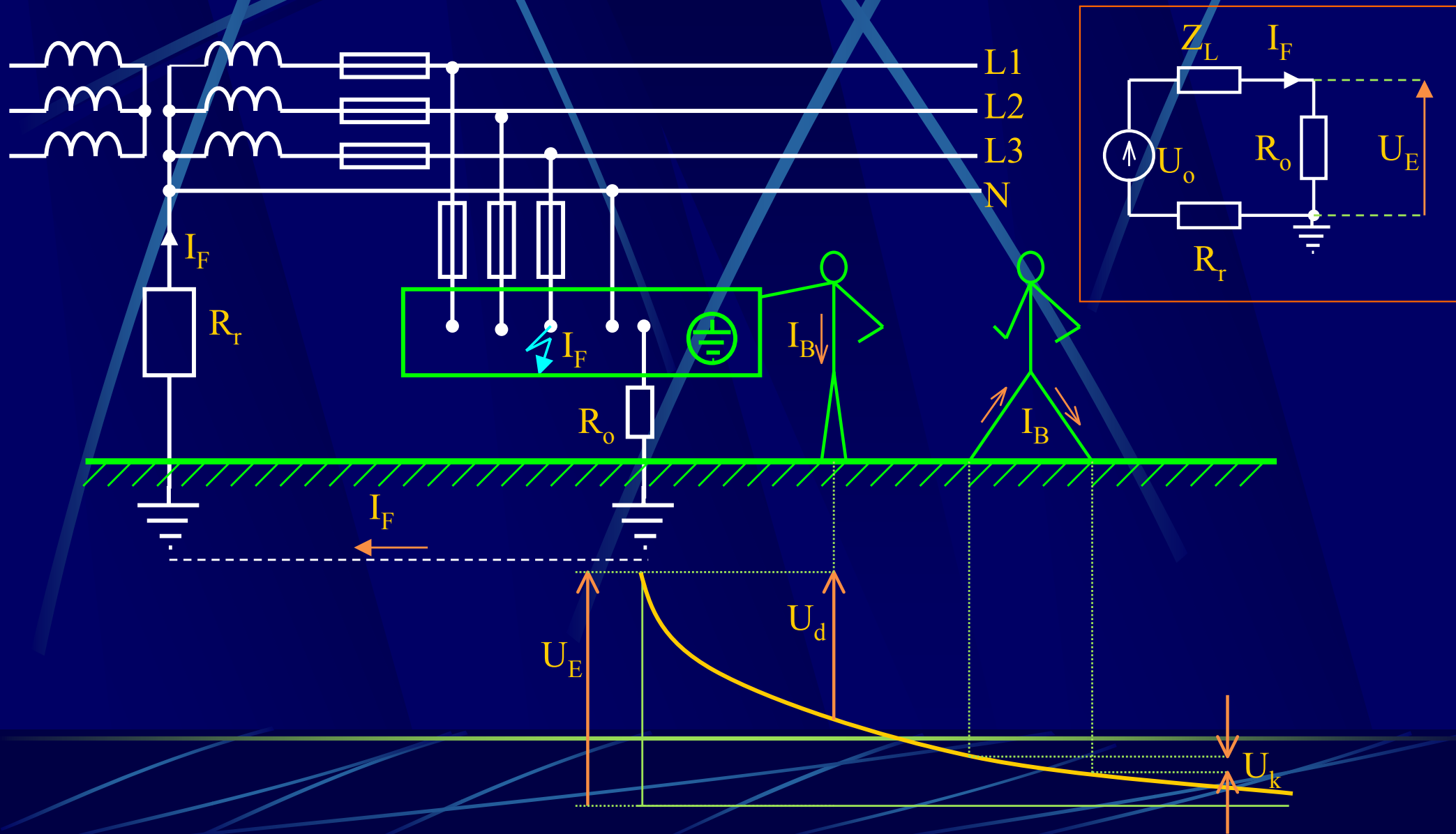
$$U_r = I_r R_c$$

$$U_r = U_d - 0.5 I_r R_p$$

W ogólnym przypadku zachodzi

$$U_r \leq U_d \leq U_z$$

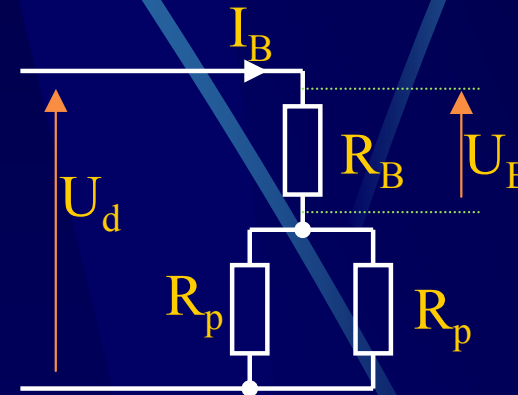
Rażenie napięciem dotykowym i krokowym



Rażenie napięciem dotykowym i krokowym - prądy rażenia

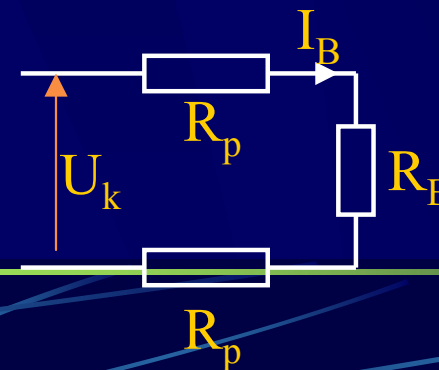
- Rażenie napięciem dotykowym:

$$I_r = U_d / (R_B + 0.5R_p)$$

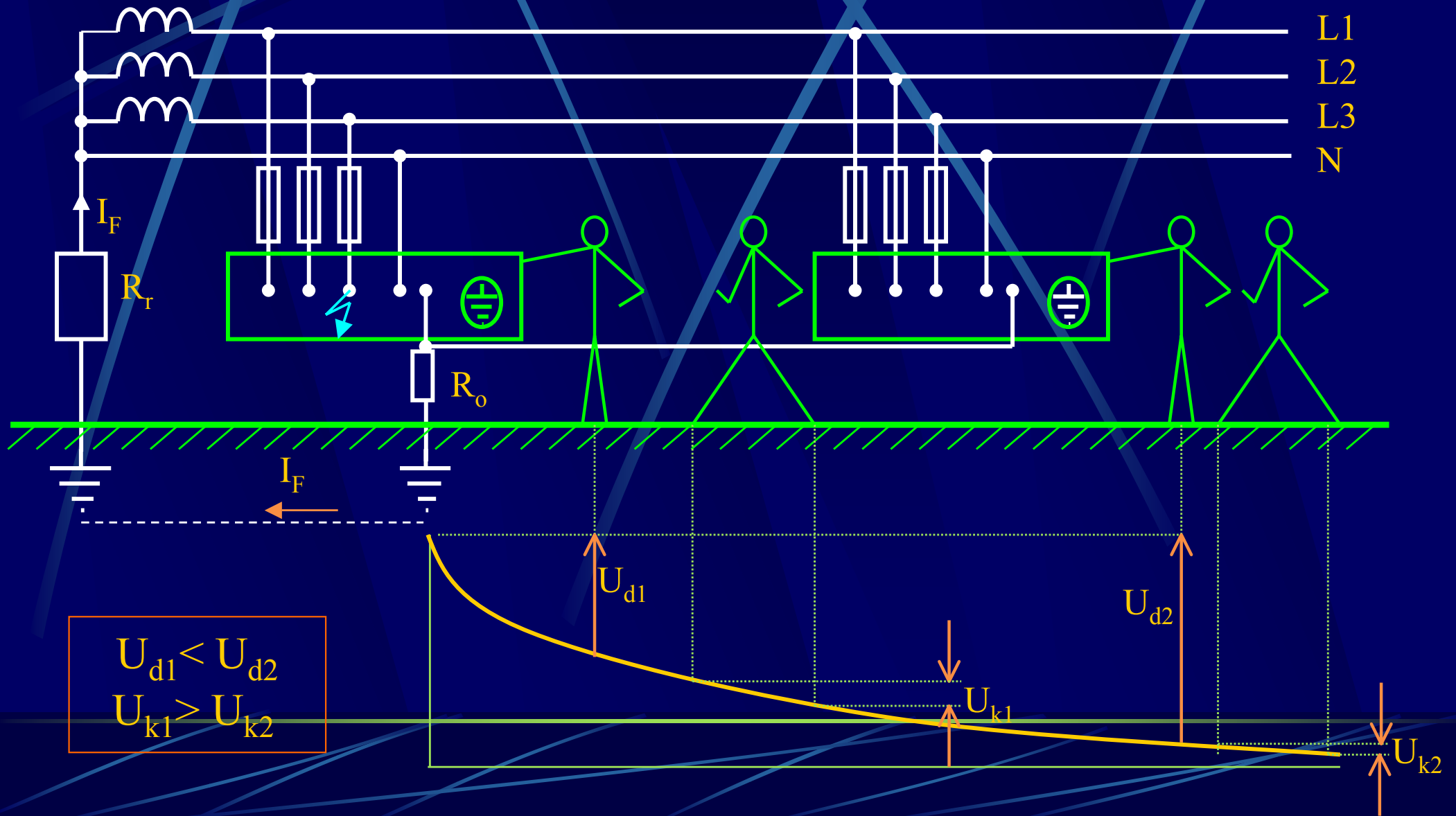


Rażenie napięciem krokowym:

$$I_r = U_k / (R_B + 2R_p)$$



Wpływ odległości od uziomu



Niebezpieczeństwo porażeń

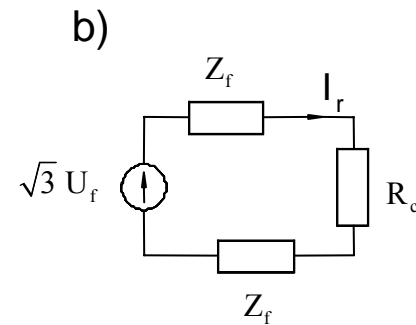
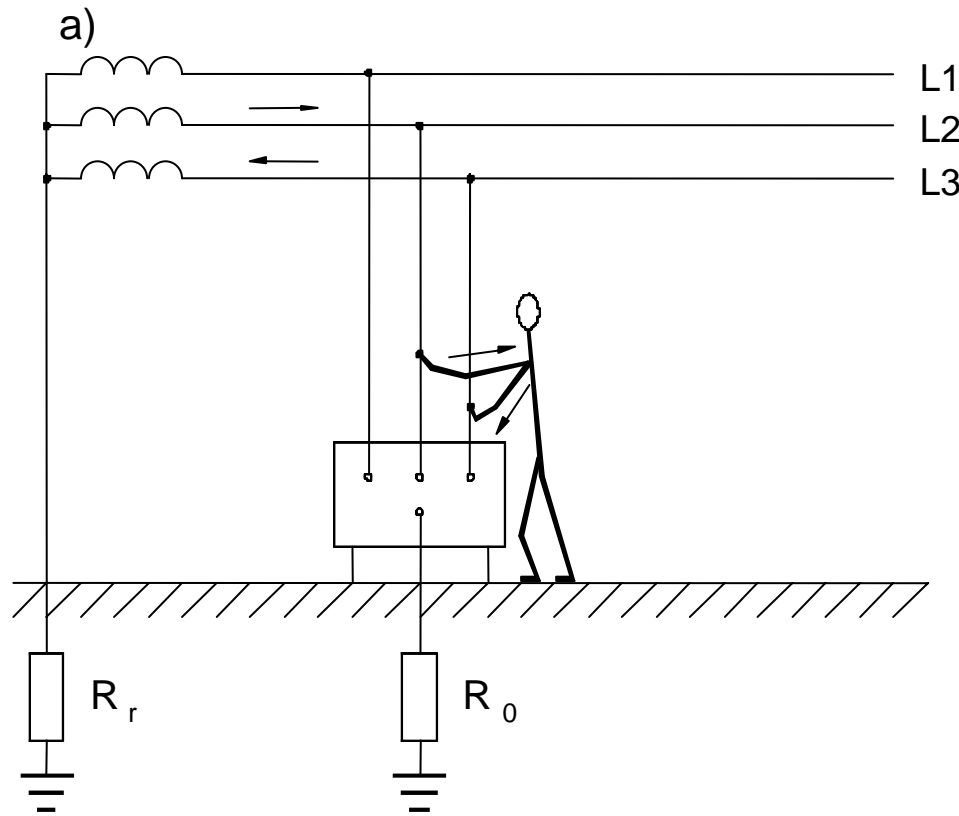
Rozróżnia się dwa rodzaje rażeń:

1) spowodowane napięciem roboczym, w wyniku bezpośredniego dotknięcia przez człowieka części urządzeń znajdujących się normalnie pod napięciem.

Dotyk tego typu określa się mianem **dotyku bezpośredniego**.

2) spowodowane napięciem dotykowym, w następstwie zetknięcia się człowieka z częściami urządzeń, które normalnie nie są pod napięciem, a na których napięcie pojawiło się na skutek uszkodzenia izolacji roboczej. Ten rodzaj dotyku nazywany jest **dotykiem pośrednim**.

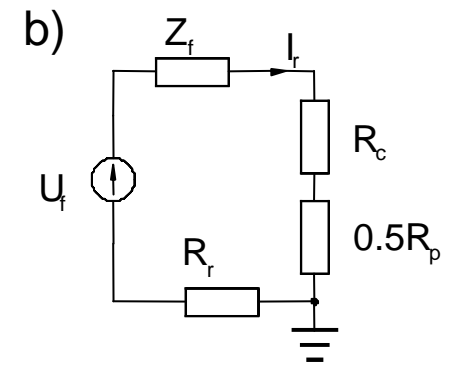
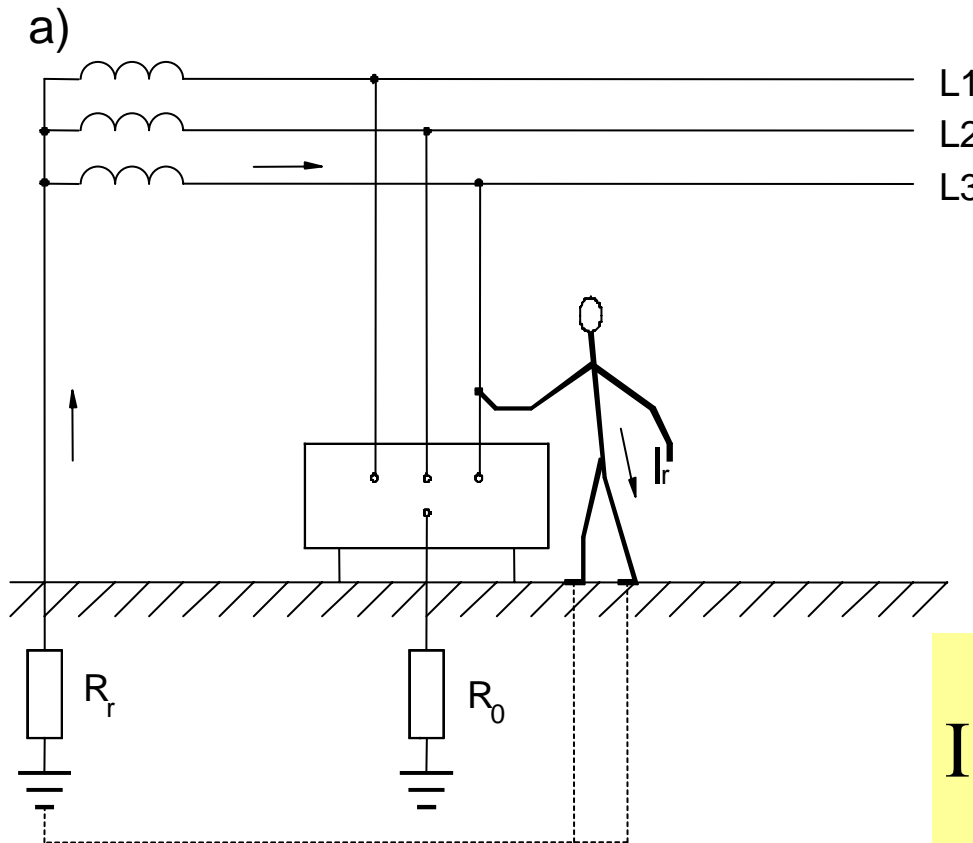
Dotyk bezpośredni



$$I_r = \frac{\sqrt{3} U_f}{R_c}$$

Rażenie napięciem międzyprzewodowym

Dotyk bezpośredni



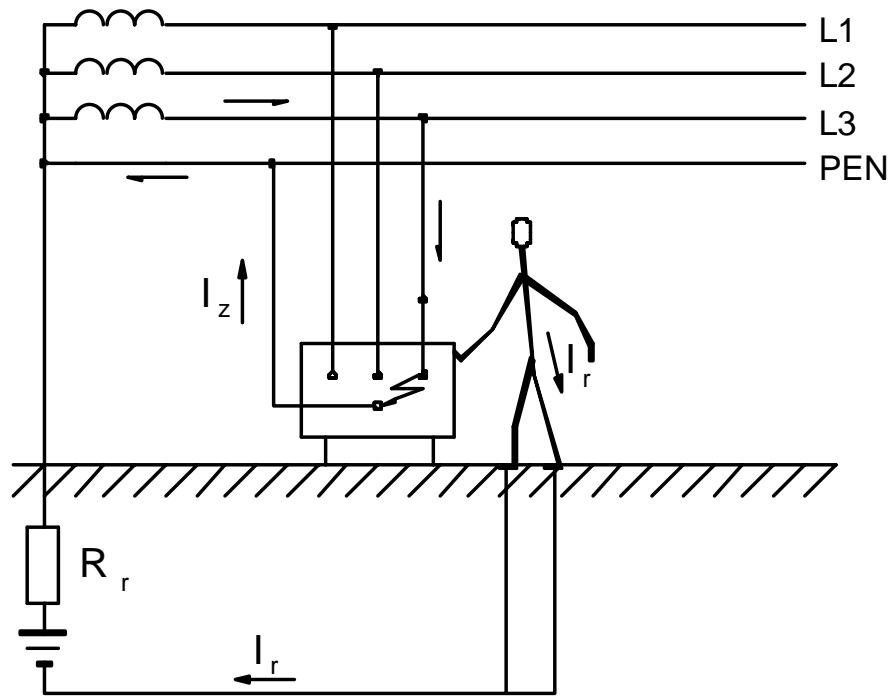
$$I_r = \frac{U_f}{R_c + 0.5R_p}$$

Rażenie napięciem fazowym w sieci typu T

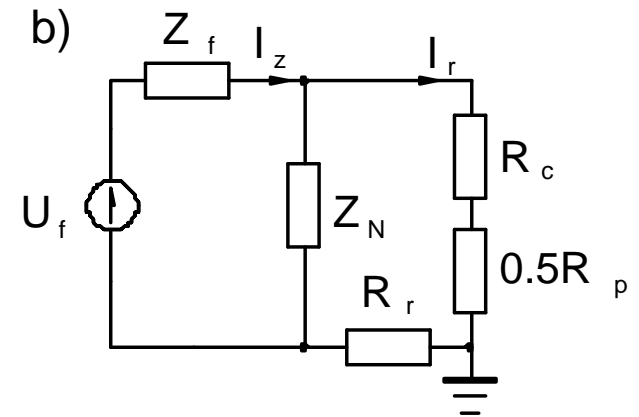
Dotyk pośredni

1 a)

Siec' typu TN



b)

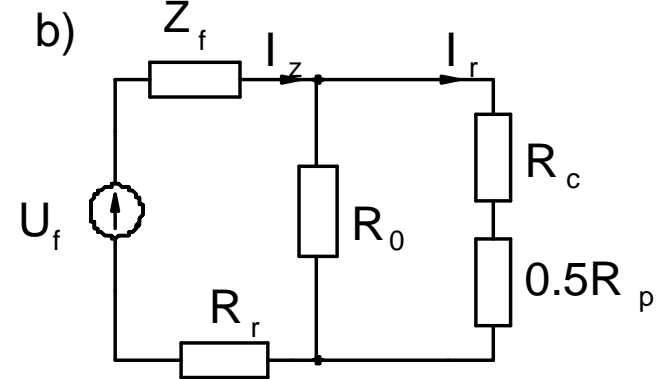
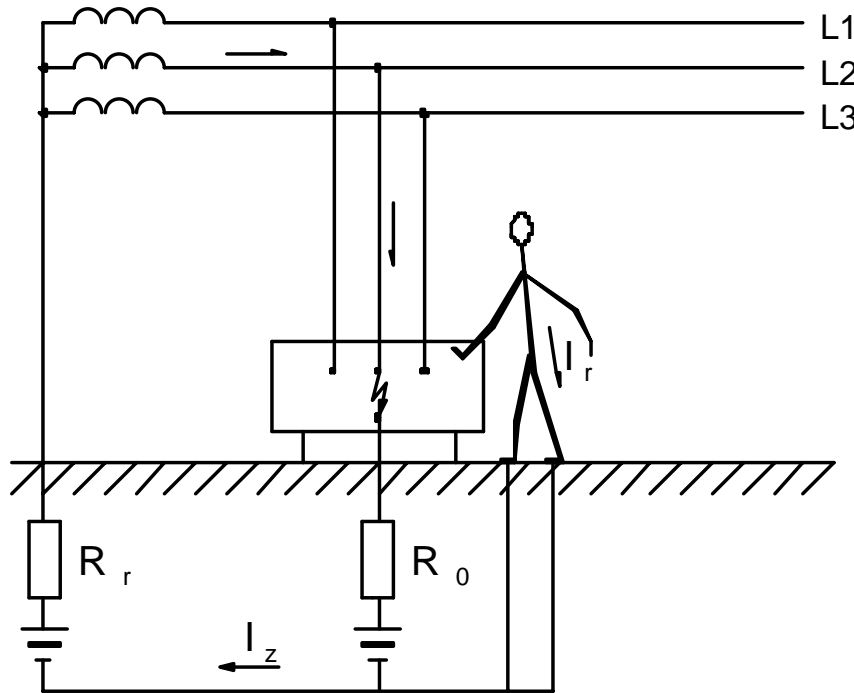


Rażenia napięciem dotykowym

Dotyk pośredni

2 a)

Siec' typu TT



Rażenia napięciem dotykowym

Warunki środowiskowe

- **Warunki środowiskowe 1** - nie istnieją okoliczności wpływające na zmniejszenie odporności organizmu człowieka na działanie napięcia
- **Warunki środowiskowe 2** - istnieją okoliczności zmniejszające odporność człowieka, takie jak:
 - właściwości środowiska lub rodzaj pracy powodujący zwilżenie dłoni lub stóp
 - wysoka temperatura powodująca potnienie naskórka
 - skrupowanie swobody ruchów
 - praca na stanowisku przewodzącym, jeżeli w zasięgu ręki znajdują się przedmioty metalowe uziemione
 - możliwość dotyku wielkopowierzchniowego

Napięcie bezpieczne

- dla prądu stałego:
 - 120V w warunkach środowiskowych 1
 - 60V w warunkach środowiskowych 2
- dla prądu przemiennego 50/60Hz:
 - 50V w warunkach środowiskowych 1
 - 25V w warunkach środowiskowych 2

Rodzaje ochrony przeciwporażeniowej

Kryteriami oceny bezpieczeństwa porażeniowego są wartości bezpieczne napięć roboczych i dotykowych. Podstawą do ich ustalenia były graniczne prądy rażeniowe i modelowe wartości impedancji ciała człowieka.

Napięcie uważa się za bezpieczne, jeśli nie przekracza ono 50 V prądu przemiennego lub 120 V prądu stałego. Napięcie to może być ograniczone do wartości odpowiednio 25 V i 60 V w instalacjach w obiektach specjalnych.

Rodzaje ochrony przeciwporażeniowej

Rodzaje rażeń determinują rodzaje zastosowanej ochrony. Wyróżnia się:

- ochronę przed dotykiem bezpośrednim, zwaną **podstawową**
- ochronę przed dotykiem pośrednim, zwaną **dodatkową**

Zasilanie napięciem bezpiecznym stanowi równoczesny środek ochrony przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim.

Ochrona podstawowa

Jest to zespół środków chroniących przed zetknięciem się człowieka z częściami urządzeń lub instalacji elektroenergetycznych będących normalnie pod napięciem; jest to również ochrona przed przeniesieniem się napięcia na przedmioty nie należące do obwodu elektrycznego i ochrona przed łukiem elektrycznym.

Środkami ochrony podstawowej są:

- izolacja robocza
- ogrodzenia lub obudowy
- bariery ochronne
- umieszczenie elementów pod napięciem poza zasięgiem ręki człowieka

Ochrona podstawowa

Najszerze zastosowanie znalazła **izolacja robocza**, którą pokrywa się całkowicie i trwale części czynne urządzenia. Izolację tę wykonuje się w taki sposób, aby jej usunięcie było możliwe tylko przez zniszczenie, oraz aby była ona odporna na narażenia mechaniczne, chemiczne, elektryczne i cieplne, występujące w czasie eksploatacji urządzenia.

Izolacja urządzeń produkowanych fabrycznie powinna spełniać wymagania odpowiednich norm dotyczących tych urządzeń.

Ochrona podstawowa

Ogrodzenia i obudowy powinny zapewniać trwałe i dostateczne oddzielenie części czynnych w określonych warunkach środowiskowych. Usunięcie ogrodzeń lub obudów powinno być możliwe tylko przy użyciu narzędzi lub po wyłączeniu zasilania osłanianych części czynnych. Załączenia napięcia można dokonać po ponownym założeniu ogrodzeń lub zamknięciu obudów.

Ochronę poprzez izolowanie części czynnych oraz przy użyciu ogrodzenia lub obudowy stosuje się we wszystkich warunkach eksploatacyjnych.

Pozostałe rodzaje ochrony są dopuszczone jedynie w miejscach dostępnych dla osób poinstruowanych lub osób z kwalifikacjami, np. w pomieszczeniach rozdzielnic elektrycznych

Ochrona podstawowa

Podział obudów urządzeń ze względu na stworzone przez nie stopnie ochrony:

IPXX

```
graph TD; IPXX --> A["Ochrona przed dotknięciem części czynnych i części będących w ruchu : 7 typów osłon"]; IPXX --> B["Ochrona przed przedostawaniem się wody: 9 typów osłon"];
```

Ochrona przed dotknięciem części czynnych i części będących w ruchu :

7 typów osłon

Ochrona przed przedostawaniem się wody:

9 typów osłon

Właściwa ochrona przeciwporażeniowa – stopień ochrony IP2X oraz IP4X w przypadku łatwo dostępnych powierzchni poziomych

Izolowanie części czynnych

- Części czynne powinny być w całości pokryte izolacją, która może być usunięta jedynie przez jej zniszczenie
- Izolacja winna spełniać wymagania odpowiednich norm dotyczących tych urządzeń elektrycznych, w których jest zastosowana
- Pokrycie farbą, pokostem itp. na ogół nie są uznawane
- Okresowa kontrola stanu izolacji

Ogrodzenia lub obudowy

- Przeznaczone do zapobiegania jakimkolwiek dotknięciu części czynnych
- Zapewnienie stopnia ochrony min. IP2X a dla dostępnych górnych poziomych powierzchni min. IP4X (za wyjątkiem wymiany części - informacja)
- Odpowiednia wytrzymałość
- Usunięcie tylko przy użyciu klucza lub innego narzędzia lub po wyłączeniu zasilania

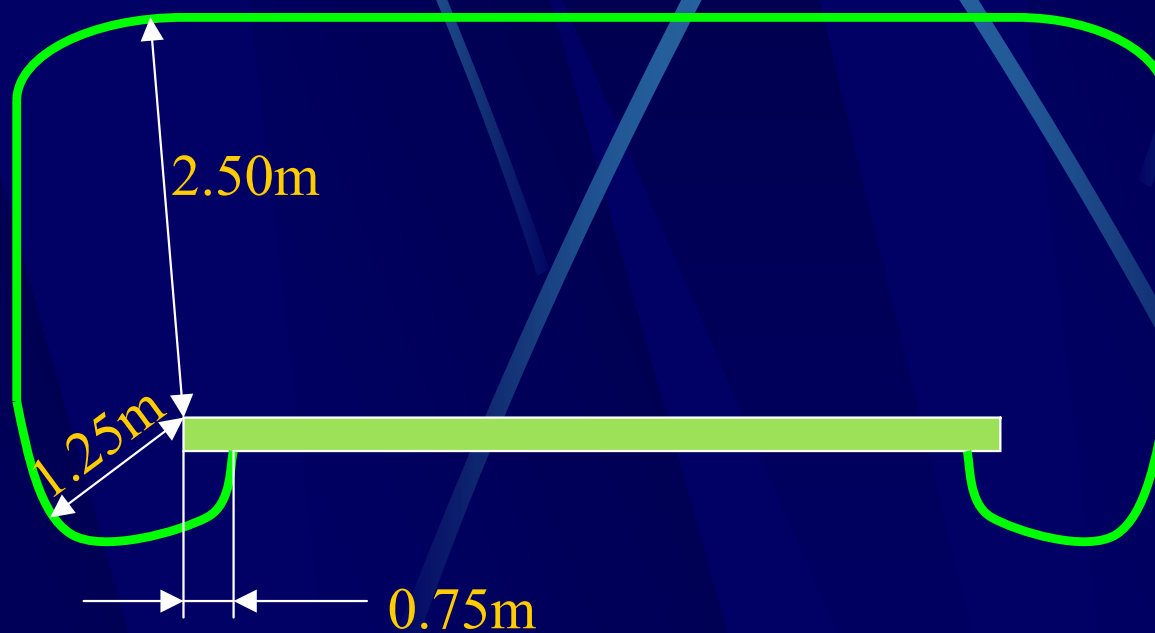
Barierzy

- Zabezpieczają przed przypadkowym dotknięciem (lecz nie przed zamierzonym) do części czynnych
- Powinny uniemożliwić niezamierzone dotknięcie części czynnych
- Mogą być usuwane bez użycia klucza, lecz winny być zabezpieczone przed niezamierzonym usunięciem
- Tylko przy przeszkolonym personelu

Umieszczenie poza zasięgiem ręki

- Zapobieganie niezamierzonemu dotknięciu części czynnych
- Części o różnych potencjałach nie powinny być jednocześnie dostępne (min. 2.5m odległości)
- W miejscach, w których normalnie wykonuje się prace z użyciem przedmiotów przewodzących o dużej długości, odległości powinny być odpowiednio zwiększone
- W budynkach tylko przy przeszkolonym personelu

Strefa zasięgu ręki



Urządzenia różnicowoprądowe

- Urządzenia ochronne różnicowoprądowe o prądzie wyzwalań nie przekraczającym 30 mA uważa się za uzupełnienie ochrony podstawowej
- Nie mogą być jedynymi środkami ochrony podstawowej
- Obowiązkowe dla gniazd do 20A chronionych przez samoczynne wyłączenia zasilania, a umieszczonych na zewnątrz budynku lub służących do zasilania urządzeń pracujących na zewnątrz

Ochrona dodatkowa

Ochroną dodatkową nazywa się zespół środków chroniących przed skutkami niebezpiecznego napięcia dotykowego, jakie może się pojawić w wyniku awarii na częściach urządzeń nie będących normalnie pod napięciem.


Zadanie tej ochrony polega więc na **zapewnieniu bezpiecznych wartości napięcia dotykowego** lub też - jeśli nie jest to możliwe - na **dostatecznie szybkim wyłączeniu uszkodzonego obwodu**.

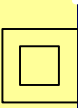
Środki:

- samoczynne wyłączenie zasilania
- izolacja ochronna
- separacja odbiornika
- izolowanie stanowiska
- połączenia wyrównawcze

Klasy ochronności odbiorników

Klasa 0 obejmuje urządzenia, w których ochrona przeciwporażeniowa jest zapewniona jedynie przez zastosowanie izolacji roboczej.

Klasa I obejmuje urządzenia, w których zastosowano ochronę podstawową i dodatkową, a obudowy tych urządzeń przeznaczone są do połączenia z przewodem ochronnym. Urządzenia te są wyposażone w zacisk ochronny lub w przewód ruchomy z żyłą ochronną, zakończony wtyczką ze stykiem ochronnym. 

Klasa II obejmuje urządzenia wykonane z zastosowaniem izolacji ochronnej jako środka ochrony dodatkowej. Nie są one wyposażone w zaciski ani styki ochronne. Urządzenia tej klasy oznaczone są symbolem: 

Klasa III obejmuje odbiorniki przeznaczone do zasilania napięciem bezpiecznym. 

Równoczesna ochrona przed dotykaniem bezpośrednim i pośrednim

- Bardzo niskie napięcie bezpieczne - **SELV** (Safety Extra-Low Voltage) - obwody bez uziemień
- Bardzo niskie napięcie ochronne - **PELV** (Protection Extra-Low Voltage) - obwody z uziemieniami
- Bardzo niskie napięcie funkcjonalne - **FELV** (Functional Extra-Low Voltage)

SELV + PELV

1. Poziom napięcia - napięcie bezpieczne
2. Źródło zasilania:
 - transformator bezpieczeństwa
 - źródło elektrochemiczne
 - niektóre urządzenia elektroniczne (tutaj napięcie może być wyższe, o ile przy dotknięciu spada – pomiar woltomierzem o rezystancji min. 3000Ω)
 - inne równoważne transformatorowi ochronnemu (np. przetwornica dwumaszynowa)
3. Wtyczki i gniazda unikatowe bez styków ochronnych
4. Części czynne oddzielone od obwodów wyższego napięcia w sposób nie gorszy niż w transformatorze bezpieczeństwa
5. Przewody prowadzone oddzielnie, w osłonie izolacyjnej, oddzielone uziemionymi osłonami lub posiadające izolację na najwyższe występujące w sąsiednich przewodach lub żyłach napięcie

SELV

6. Części czynne i części przewodzące dostępne nie uziemione ani nie połączone z przewodami ochronnymi innych obwodów

7. Jeżeli napięcie przekracza 25V AC lub 60V DC to należy zapewnić ochronę podstawową przez:

- ogrodzenia lub obudowy o stopniu ochrony min. IP 2X
- izolację o wytrzymałości min. 500V w ciągu 1 min.

PELV

6. Jeżeli zachodzi przynajmniej jeden z warunków:

- w warunkach środowiskowych 1 napięcie przekracza 25V AC lub 60V DC
- w warunkach środowiskowych 2 napięcie przekracza 6V AC lub 15V DC
- urządzenie nie znajduje się w strefie objętej wpływem połączenia wyrównawczego

to należy zapewnić ochronę podstawową przez:

- ogrodzenia lub obudowy o stopniu ochrony min. IP 2X
- izolację o wytrzymałości min. 500V w ciągu 1 min.

FELV

1. Poziom napięcia - napięcie bezpieczne
2. Wtyczki i gniazda unikatowe
3. Ochrona podstawowa zapewniona przez:
 - ogrodzenia lub obudowy
 - izolację dla napięcia pierwotnego
4. Ochrona dodatkowa zapewniona przez połączenie części przewodzących dostępnych obwodu FELV z:
 - przewodem ochronnym obwodu pierwotnego o ile obwód pierwotny chroniony jest przez samoczynne wyłączenie zasilania
 - nieuziemionym przewodem połączenia wyrównawczego obwodu pierwotnego, gdy ten chroniony jest przez separację elektryczną

Samoczynne wyłączenie zasilania

Ochrona przez samoczynne wyłączanie zasilania wymagana jest wówczas, gdy napięcie dotykowe przekracza długotrwale wartości uznane za bezpieczne.

Czas wyłączenia musi być na tyle krótki, aby przy ewentualnym dotyku części pozostających pod napięciem prąd rażeniowy płynący przez człowieka nie spowodował niebezpiecznych skutków patofizjologicznych

Wyłączenie zasilania jest efektem zadziałania zabezpieczeń przetężeńowych lub wyłączników ochronnych różnicowo-prądowych. Jako zabezpieczenie przetężeńowe można wykorzystać:

- bezpieczniki,
- wyłączniki instalacyjne z wyzwalaczami lub przekaźnikami nadprądowymi.

Samoczynne wyłączenie zasilania

Maksymalny czas wyłączenia zależy jest od napięcia znamionowego sieci względem ziemi oraz od rodzaju obwodu.

Dla obwodów odbiorczych zasilających urządzenia I klasy ochronności ręczne lub przenośne (sieć TN):

Napięcie znamionowe względem ziemi U_{nf} [V]	Czas wyłączenia [s]
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
>400	0,1

W obwodach odbiorczych zasilających urządzenia stacjonarne lub/i stałe (sieć TT) oraz w obwodach rozdzielczych zasilających rozdzielnice oddziałowe tzw. wewnętrznych liniach zasilających dopuszcza się czas wyłączenia dłuższy niż podany w tabeli, lecz nie przekraczający

5 s.

Samoczynne wyłączenie zasilania

Samoczynne wyłączenie zasilania może być stosowane we wszystkich układach sieciowych, wymaga jednak koordynacji układu, parametrów przewodów ochronnych i zastosowanych zabezpieczeń.

Dostępne części przewodzące urządzeń powinny być połączone z przewodem ochronnym PE lub neutralno - ochronnym PEN i uziemione indywidualnie lub zbiorowo, w sposób zgodny z wymaganiami określonymi dla każdego układu sieciowego.

Samoczynne wyłączenie zasilania

W każdym budynku powinny być wykonane **połączenie wyrównawcze główne**, obejmujące następujące elementy:

- przewód ochronny instalacji,
- główny zacisk uziemiający, do którego przyłączony jest przewód uziemiający,
- metalowe instalacje wewnętrzne budynku np. gazu, wody, itp.,
- metalowe elementy konstrukcyjne urządzeń c.o. i klimatyzacji.

Samoczynne wyłączenie zasilania

Jeżeli warunki skutecznej ochrony przez samoczynne wyłączenie zasilania nie mogą być spełnione, należy ponadto wykonać **połączenia wyrównawcze dodatkowe (miejscowe)**. Mogą one obejmować określone miejsce, część instalacji lub całą instalację budynku. Przewodami tych połączeń łączy się ze sobą części przewodzące urządzeń (części przewodzące dostępne) i inne metalowe elementy dostępne jednocześnie dla dotyku (części przewodzące obce).

System połączeń wyrównawczych powinien, jeśli to możliwe, obejmować także główne metalowe zbrojenia konstrukcji żelbetowej budynku i powinien być połączony z przewodami ochronnymi wszystkich urządzeń, w tym również gniazd wtyczkowych.

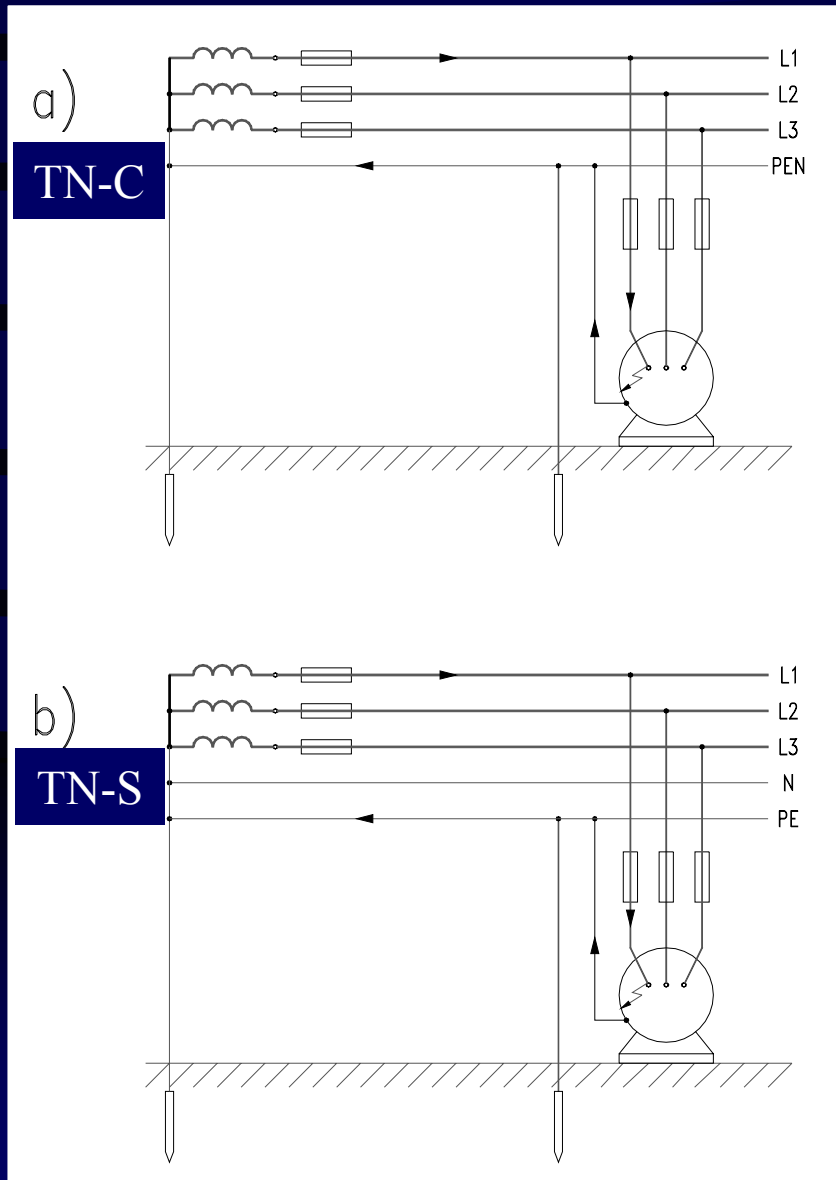
Samoczynne wyłączenie zasilania – układ TN

W systemie tym wszystkie dostępne części przewodzące urządzeń łączy się za pośrednictwem przewodów ochronnych z **uziemionym punktem neutralnym układu zasilania**.

Elementami systemu zerowania są:

- przewód neutralno-ochronny PEN (w sieci TN-C) lub przewody ochronne PE (w sieci TN-S), łączące obudowy urządzeń chronionych z punktem neutralnym sieci zasilającej
- uziemienie robocze punktu neutralnego oraz dodatkowe uziemienia przewodu PEN lub przewodu PE
- zabezpieczenia zwarciovowe (bezpieczniki lub wyłączniki)

Samoczynne wyłączenie zasilania – układ TN



System ochrony zapewni samoczynne wyłączenie zasilania, jeżeli prąd zwarciaowy I_z przekroczy wartość prądu wyłączającego zabezpieczenia I_a tj.:

$$I_z \geq I_a$$

Uwzględniając, że

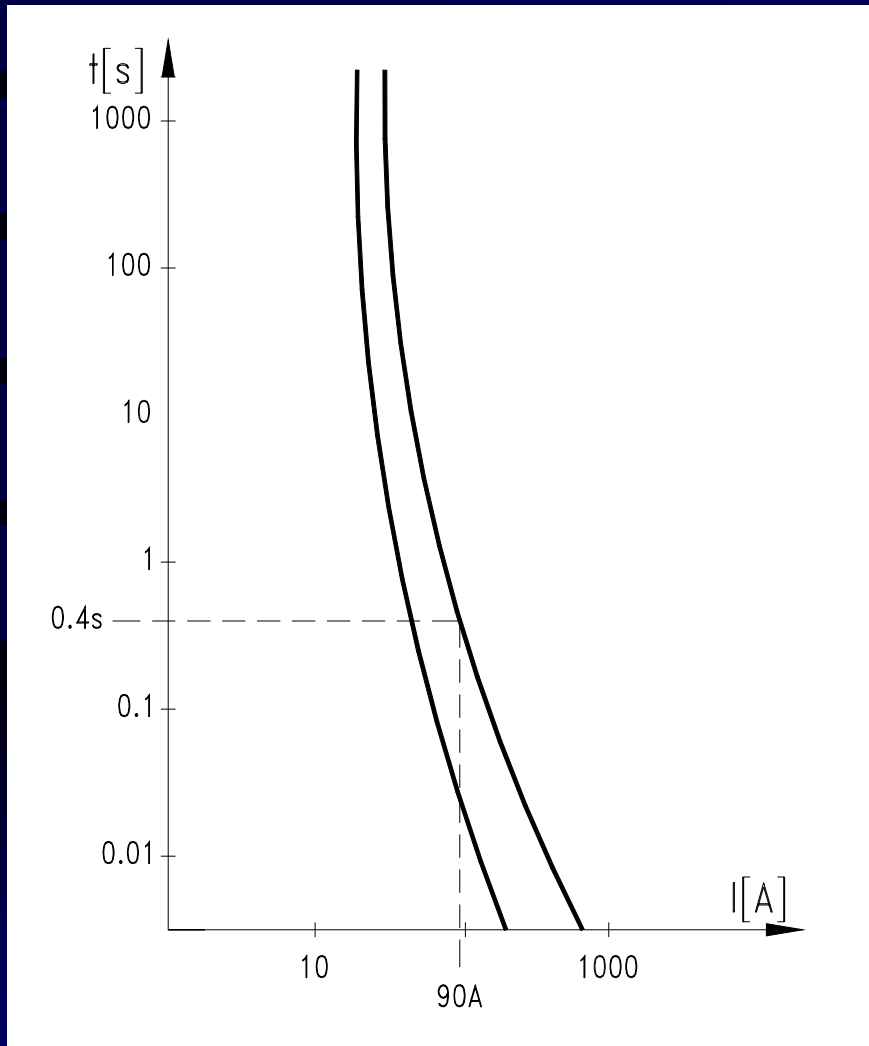
$$I_z = \frac{U_{nf}}{Z_s}$$

otrzymuje się **warunek skuteczności ochrony**:

$$Z_s I_a \leq U_{nf}$$

Z_s - impedancja pętli zwarciaowej

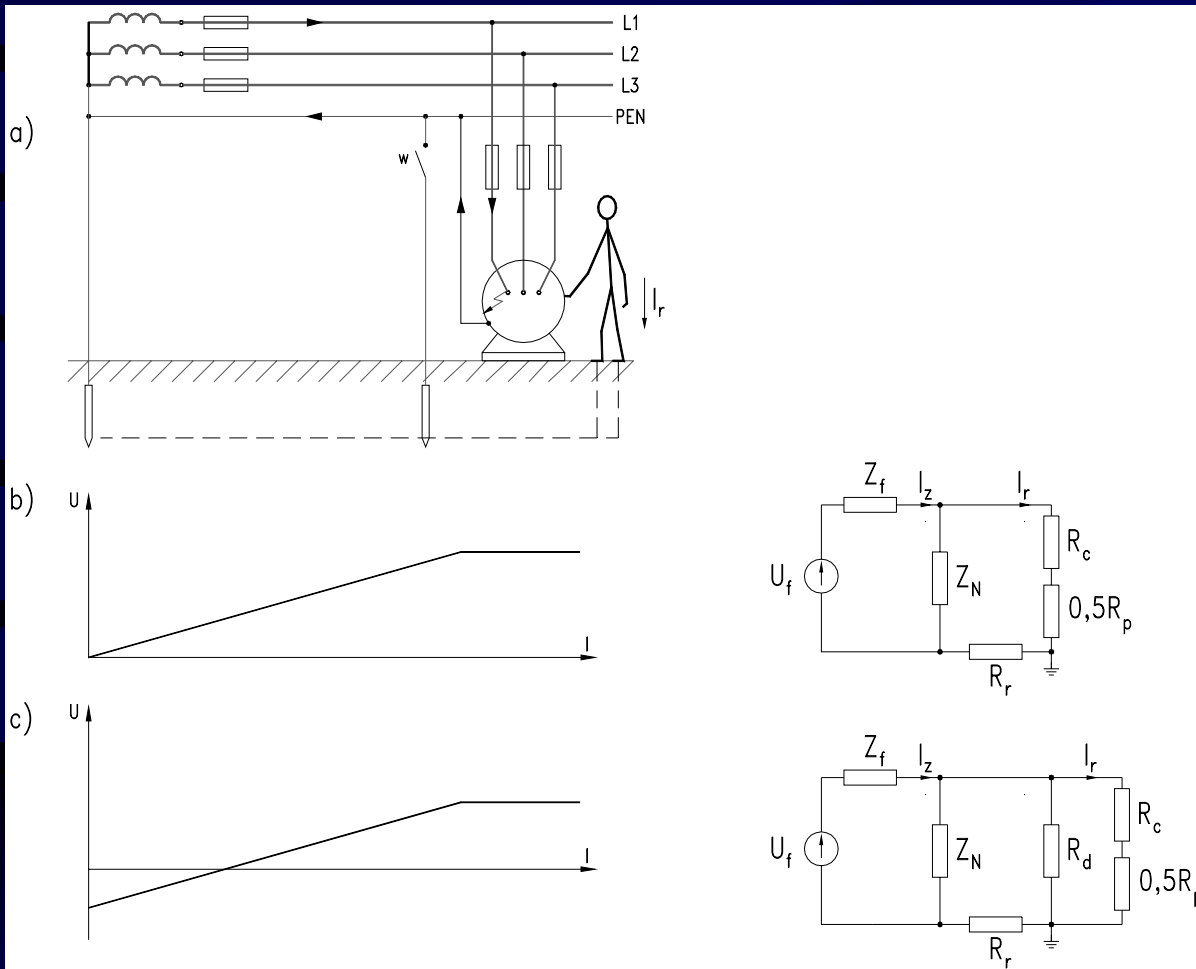
Samoczynne wyłączenie zasilania – układ TN



Prąd wyłączający zabezpieczenia odczytuje się z charakterystyki czasowo - prądowej, dla wymaganego czasu wyłączania.

Przykład charakterystyki czasowo-prądowej dla bezpiecznika

Samoczynne wyłączenie zasilania – układ TN



W systemie zerowania istotną rolę odgrywają **dodatkowe uziemienia przewodów ochronnych.**

Chronią one przed przenoszeniem się napięć dotykowych i zmniejszają wartości tych napięć.

Napięcia dotykowe w sieci TN-C:

a) szkic sytuacyjny; b) rozkład napięcia na przewodzie PEN oraz schemat zastępczy obwodu zwarciovego, gdy $R_d = \infty$; c) jak wyżej, przy R_d porównywalnym z R_r

Z_f - impedancja przewodu fazowego; Z_N - impedancja przewodu neutralno-ochronnego

Samoczynne wyłączenie zasilania – układ TN

Podobną funkcję jak dodatkowe uziemienia przewodów ochronnych spełniają także połączenia wyrównawcze. Jest to szczególnie ważne w przypadku dużych obiektów, tam gdzie wykonanie dodatkowych uziemień może być trudne lub nawet niemożliwe.

Dla zapewnienia skutecznej ochrony, przekroje przewodów ochronnych w układzie TN powinny być dobrane zgodnie z zasadami podanymi w tabeli:

Przekroje przewodów fazowych [mm ²]	Najmniejszy dopuszczalny przekrój przewodów ochronnych [mm ²]
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Samoczynne wyłączenie zasilania – układ TN

Przekrój oddzielnych przewodów PE (tzn. nie będących żyłą przewodu lub kabla) nie może być mniejszy niż:

- 2,5 mm² - przy zastosowaniu ochrony przewodu przed uszkodzeniami mechanicznymi
- 4,0 mm² w przypadku nie stosowania zabezpieczeń przed uszkodzeniami mechanicznymi

Przekrój oddzielnych przewodów PEN nie może być mniejszy niż:

- 10 mm² Cu
- lub 16 mm² Al

Samoczynne wyłączenie zasilania – układ TN

Jako przewody ochronne mogą być wykorzystane m.in.

- żyły w kablach i przewodach wielożyłowych
- przewody izolowane lub gołe (we wspólnej obudowie z przewodami czynnymi lub ułożone po wierzchu)
- osłony metalowe przewodów i kabli (powłoki, pancerze)
- metalowe rury wodociągowe
- metalowe obudowy i konstrukcje urządzeń wchodzących w skład danej instalacji elektroenergetycznej

Wszystkie rodzaje przewodów ochronnych powinny być odpowiednio zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi, chemicznymi lub elektrochemicznymi.

Z uwagi na zachowanie ciągłości przewodu neutralno-ochronnego, w przewodzie tym nie wolno umieszczać bezpiecznika.

Samoczynne wyłączenie zasilania – układ TN

Przewody ochronne oznacza się barwą zielono-żółtą na całej długości, przy czym końce przewodu neutralno-ochronnego oznacza się kolorem jasnoniebieskim.

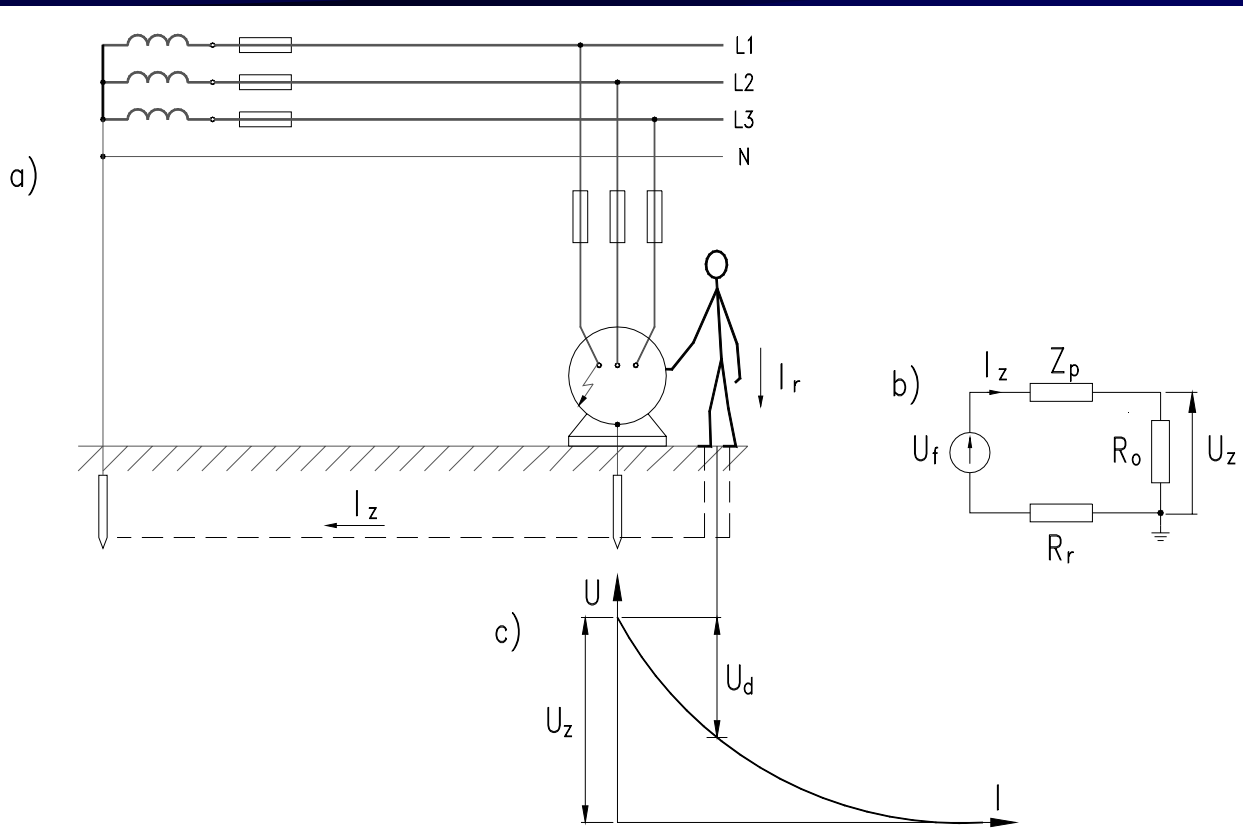
Dla właściwego działania zerowania w układzie TN-C wskazane jest, aby w stanie pracy normalnej sieci przez przewód PEN nie płynął żaden prąd.

Przepływ prądu przez ten przewód powoduje powstawanie na nim spadku napięcia, które jest przenoszone na wszystkie obiekty zerowane.

Należy więc dążyć do uzyskania symetrii obciążenia w poszczególnych fazach, poprzez przyłączanie odbiorników jednofazowych do różnych faz linii 3-fazowej.

Asymetria obciążenia nie wpływa na skuteczność ochrony w sieci TN-S, gdzie przewody neutralny i ochronny prowadzone są oddzielnie.

Samoczynne wyłączenie zasilania – układ TT



Maksymalne napięcie dotykowe, pod wpływem którego znajdzie się człowiek dotykający obudowy uszkodzonego urządzenia jest równe napięciu uziomowemu:

$$U_d = I_z R_A$$

R_A - suma rezystancji uziemienia i przewodu ochronnego

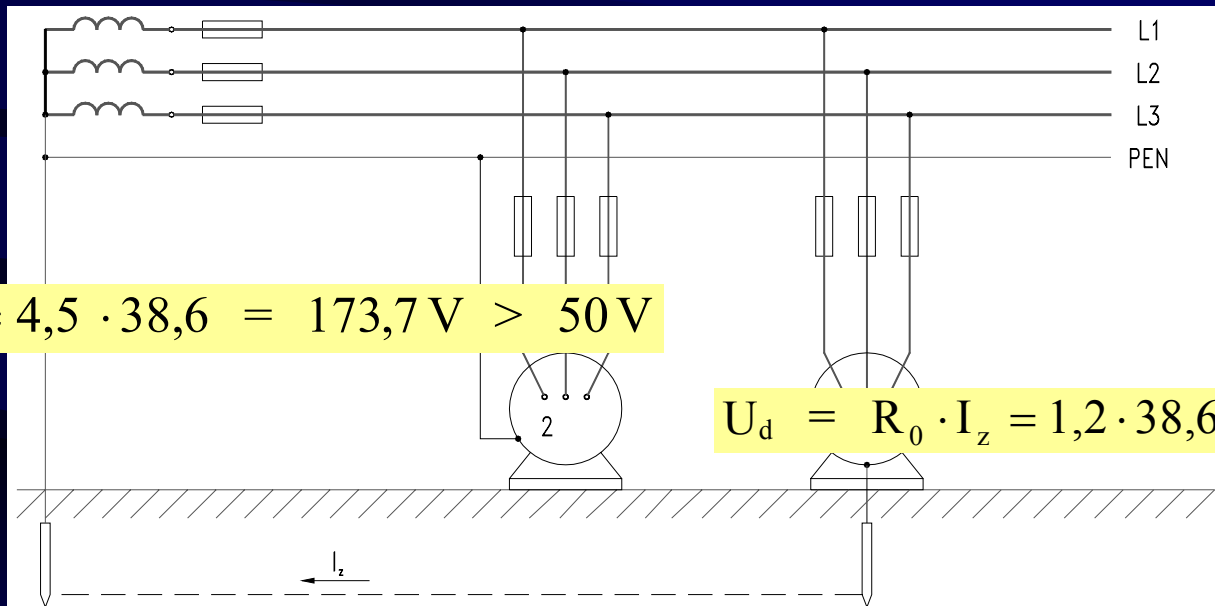
Warunek skuteczności uziemienia ochronnego:

$$R_A I_a \leq 50 \text{ [V]}$$

I_a - prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego.

Samoczynne wyłączenie zasilania – układ TN

W sieci typu TN nie wolno stosować uziemień ochronnych, ponieważ może to powodować pojawienie się niebezpiecznego napięcia na przewodzie neutralno-ochronnym.



$$U_d = R_r \cdot I_z = 4,5 \cdot 38,6 = 173,7 \text{ V} > 50 \text{ V}$$

$$U_d = R_0 \cdot I_z = 1,2 \cdot 38,6 = 46,3 \text{ V} < 50 \text{ V}$$

$$R_r = 4,5 \Omega$$

$$I_z = \frac{U_f}{R_r + R_0} = \frac{220}{1,2 + 4,5} = 38,6 \text{ A}$$

$$R_0 = 1,2 \Omega$$

Samoczynne wyłączenie zasilania – układ TN

Problemy praktyczne:

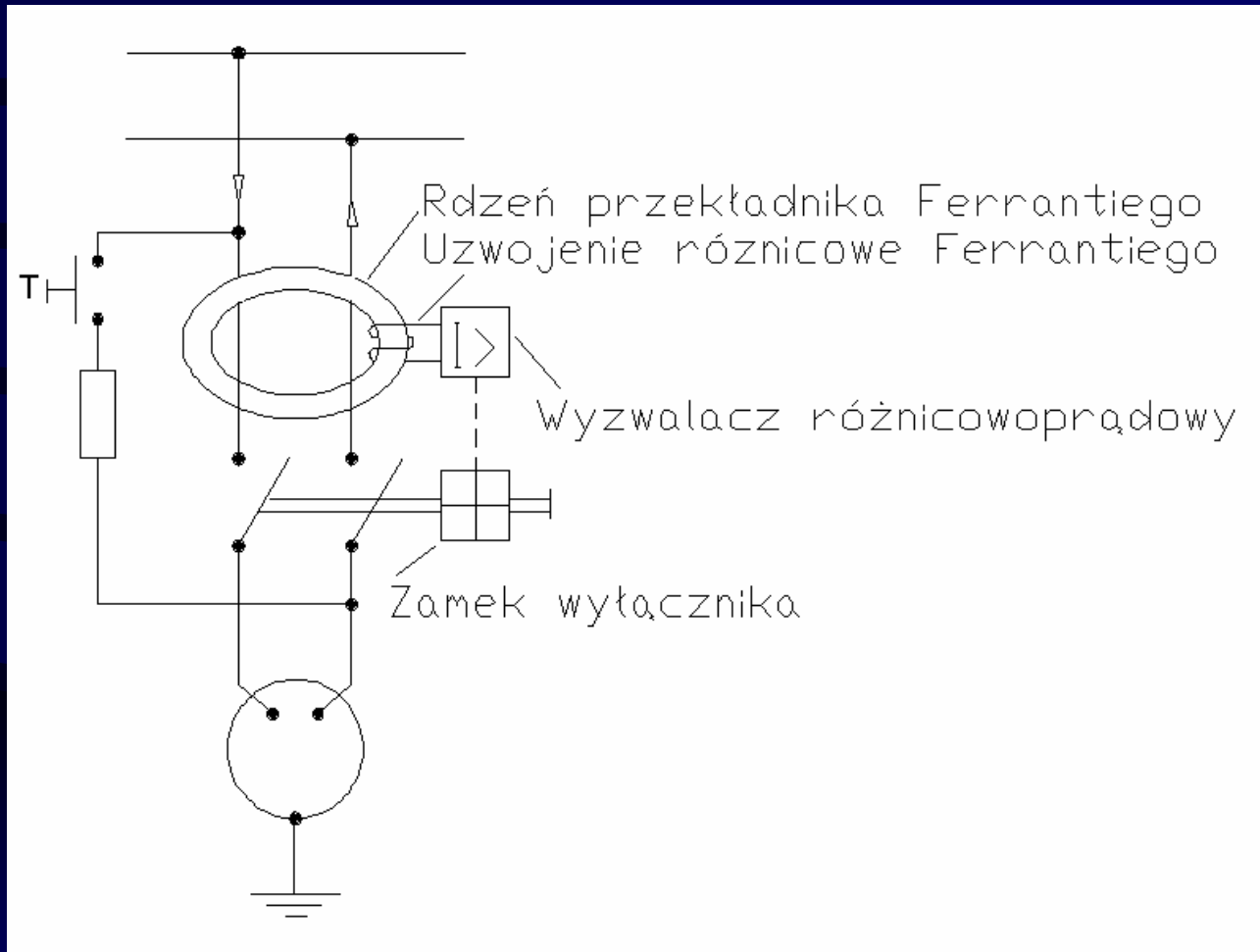
- W układzie TN-C, przy niesymetrii obciążenia płyną prądy wyrównawcze w przewodzie neutralno - ochronnym, powodując powstawanie spadków napięcia na tym przewodzie i przenoszenie napięć na obudowy urządzeń do niego przyłączonych.
- Uzyskanie wymaganych czasów wyłączeń może być trudne w praktyce.
Jeśli prądy zwarcia mają niedostateczną wartość do wyzwolenia zabezpieczeń, to na obudowach urządzeń będzie się utrzymywał niebezpieczny potencjał, wynikający ze spadku napięcia na przewodach PE lub PEN.

Samoczynne wyłączenie zasilania – układ TN

Rozwiązania:

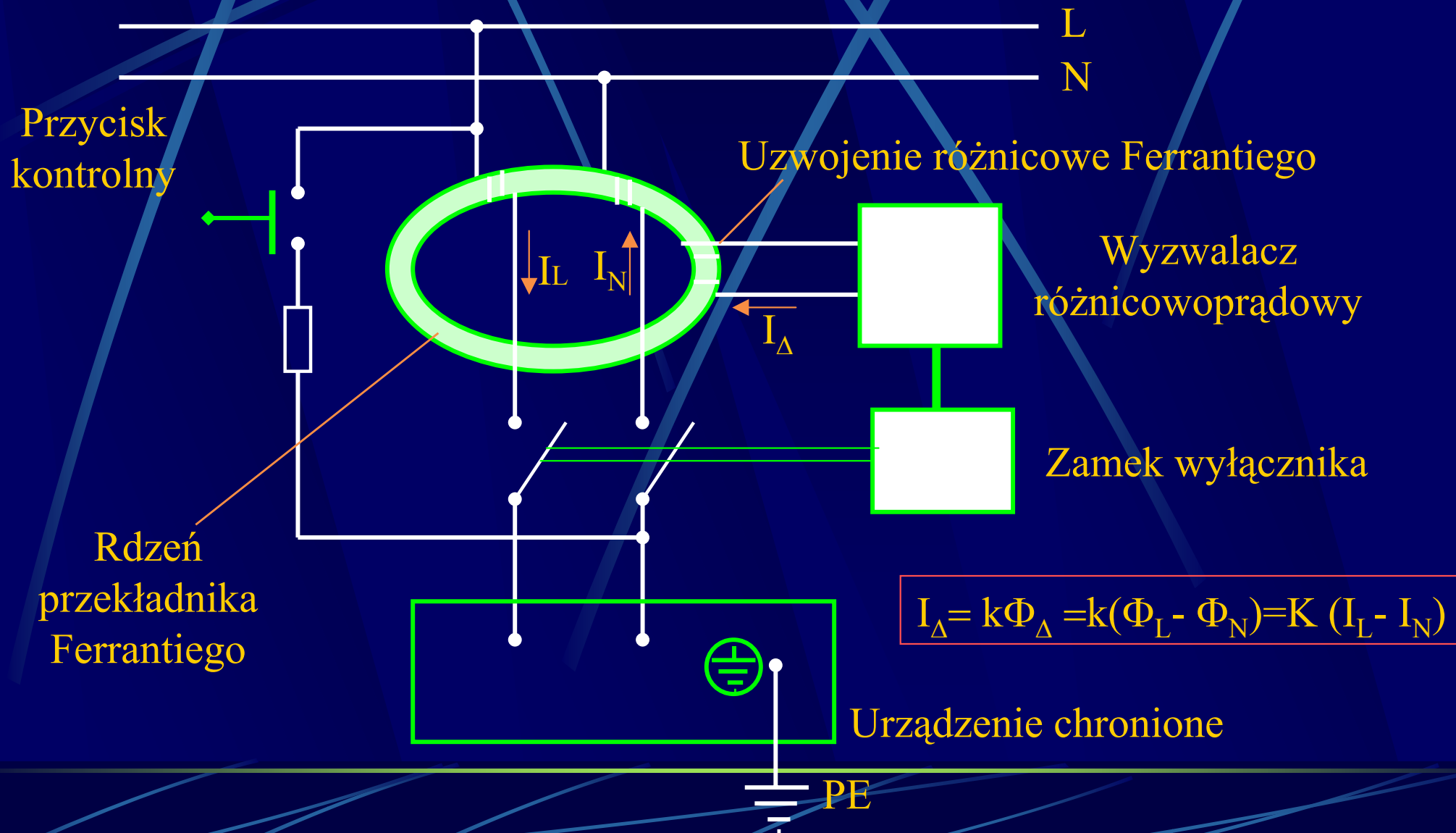
- Rozwiązaniem problemu przenoszenia się napięć dotykowych jest przejście na sieć typu TN-S.
- Zmniejszenie czasów wyłączeń można uzyskać poprzez zastąpienie istniejących bezpieczników wyłącznikami instalacyjnymi.
- Skuteczność zerowania można też poprawić wykonując dodatkowe połączenia wyrównawcze oraz liczne dodatkowe uziemienia przewodu ochronnego.

Wyłączniki różnicowo-prądowe



Schemat wyłącznika różnicowo-prądowego

Budowa wyłącznika różnicowoprądowego



Wyłączniki różnicowoprądowe

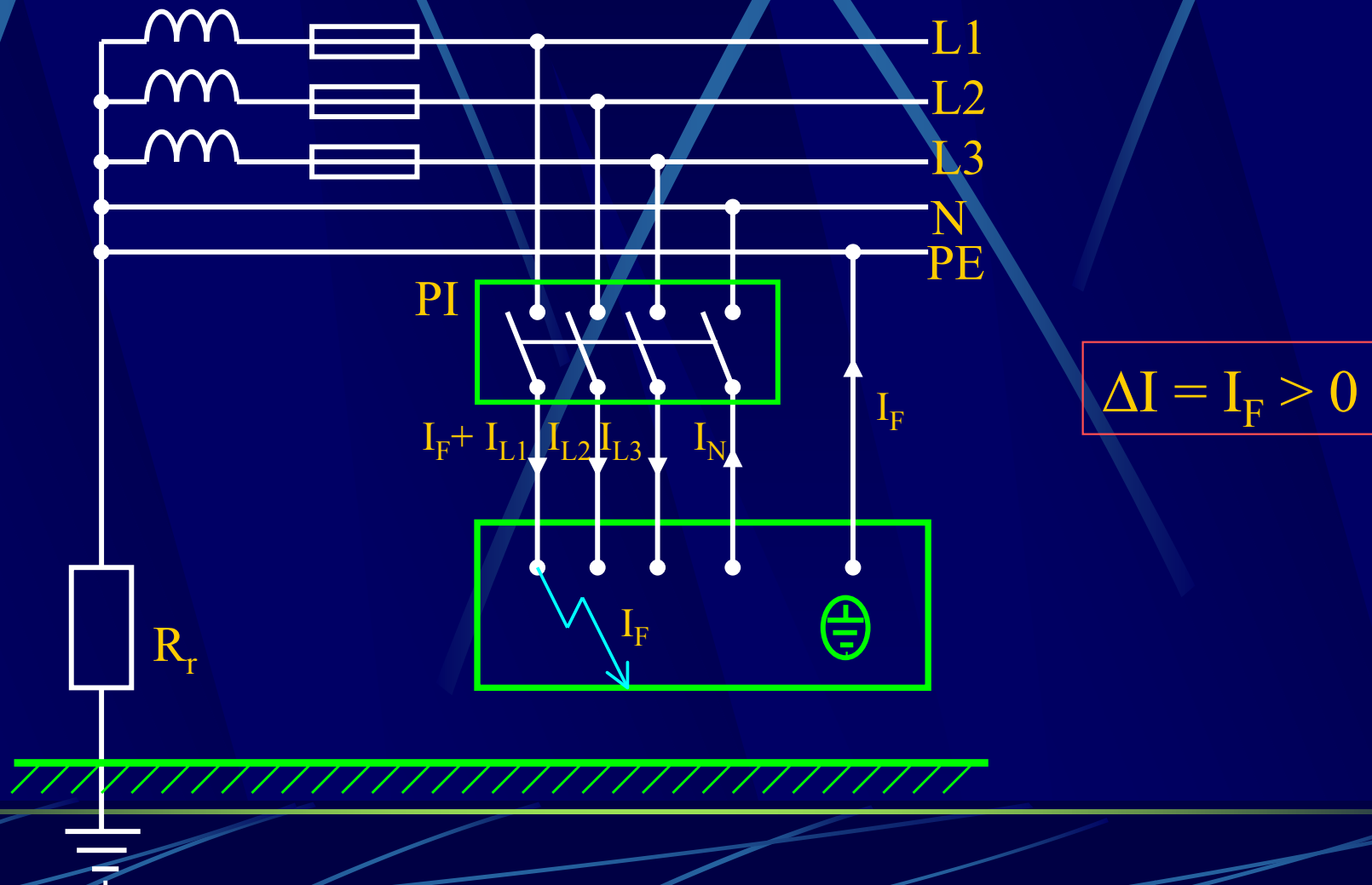
● Budowa:

- wyłączniki o działaniu bezpośrednim wyzwalane prądem różnicowym
- wyłączniki o działaniu pośrednim z wzmacniaczem elektromagnetycznym - nie działają w przypadku przerwy w przewodzie neutralnym

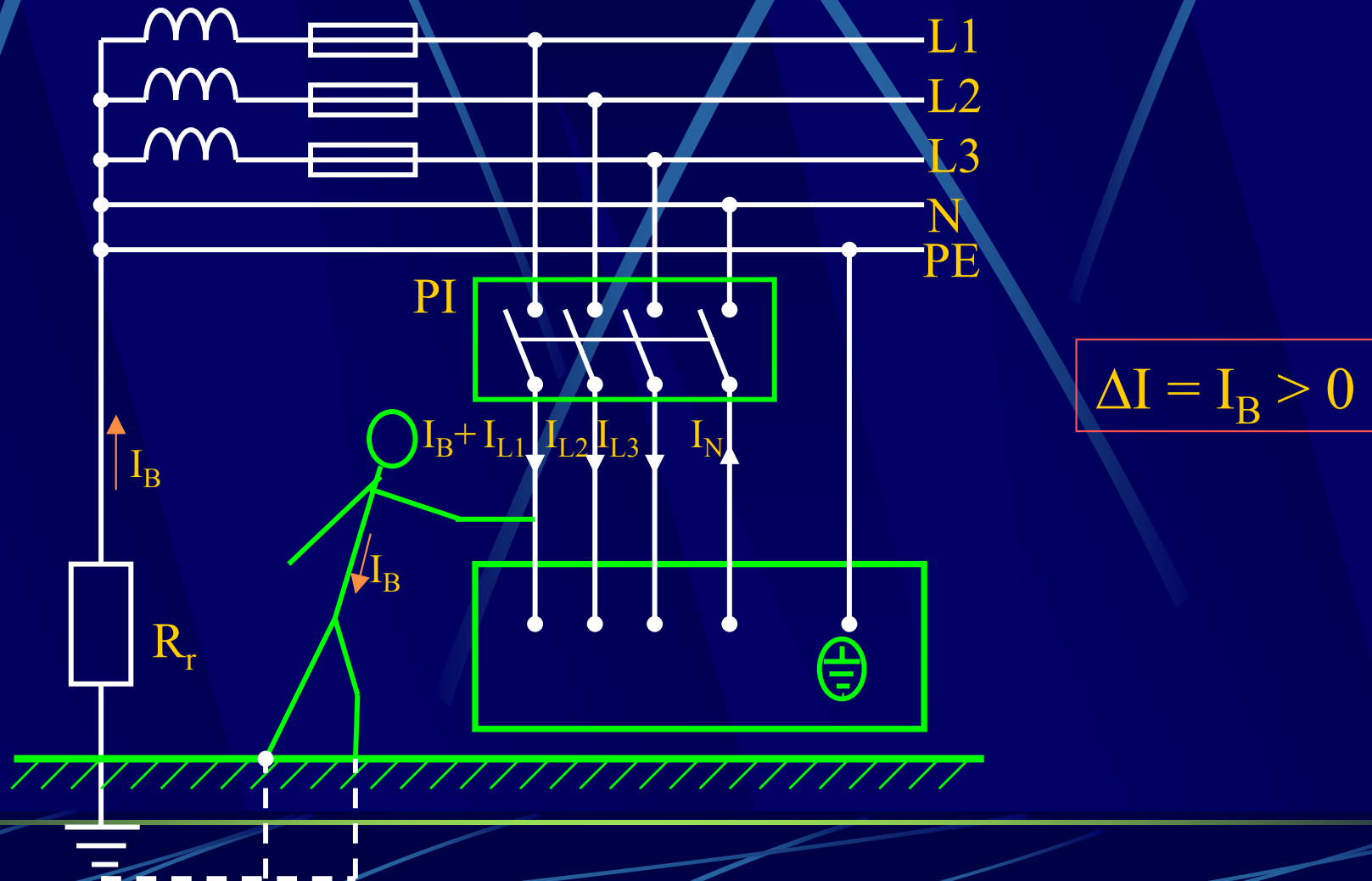
● Ochrona

- przed dotykiem pośrednim - nie w sieci TN-C
- przed dotykiem bezpośrednim (prąd wyzwiania max. 30mA)
- przeciwpożarowa

Zasada działania wyłącznika różnicowoprądowego - ochrona dodatkowa



Zasada działania wyłącznika różnicowoprądowego - ochrona podstawowa



Wyłączniki różnicowo-prądowe

Warunek skutecznej ochrony przy dotyku bezpośrednim

$$R_{cz} \cdot I_{\Delta n} \leq 50 \text{ [V]}$$

przy dotyku pośrednim

$$R_A \cdot I_{\Delta n} \leq 50 \text{ [V]}$$

R_{cz} - rezystancja człowieka,

R_A - rezystancja uziemienia,

$I_{\Delta n}$ - różnicowy prąd wyzwalający wyłącznika.

Wyłączniki różnicowo-prądowe

Zakres stosowania wyłączników o różnej czułości jest następujący:

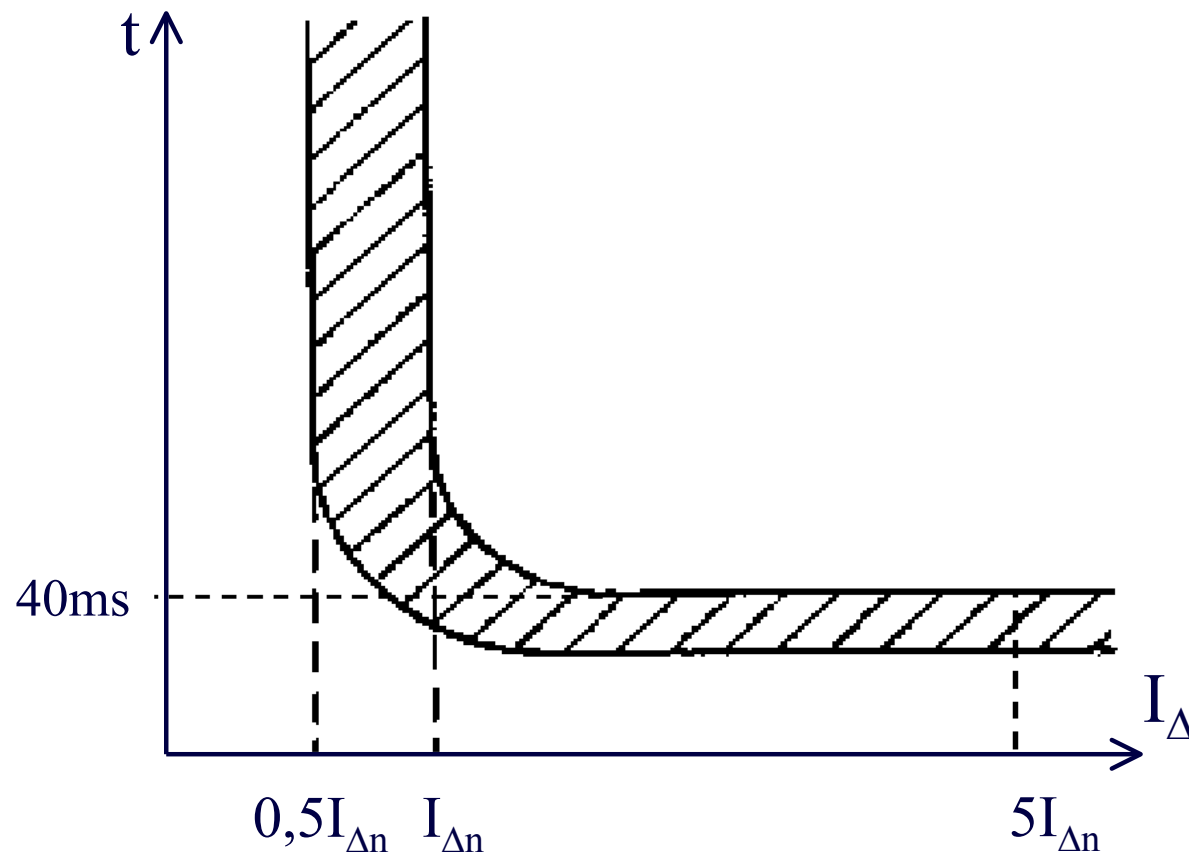
- **6 i 10 mA** - ochrona dodatkowa lub uzupełniająca przy zasilaniu przyrządów ręcznych w przestrzeniach ograniczonych
- **30 mA** - ochrona dodatkowa lub uzupełniająca w instalacjach przemysłowych, mieszkaniach, placach budów i innych pomieszczeniach
- **100 mA** - ochrona dodatkowa w obwodach odbiorników o dużym prądzie upływowym np. szafy chłodnicze, kuchnie, piece
- **300 mA i 500 mA** - jako główny wyłącznik w instalacji odbiorczej

Wyłączniki różnicowo-prądowe

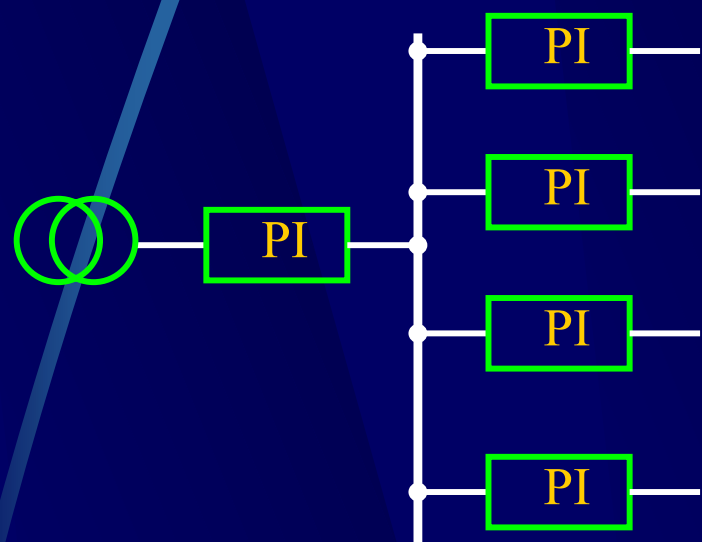
Cechy urządzeń różnicowo-prądowych:

- uniwersalność tj. możliwość stosowania w różnych układach sieciowych
- działanie w przypadku przerwy w przewodzie PE (dotyczy wyłączników o działaniu bezpośrednim)
- ciągła kontrola stanu izolacji
- ograniczenie pożarów, powodowanych uszkodzeniem izolacji sieci
- możliwość zainstalowania we wspólnej obudowie z wyłącznikami instalacyjnymi
- modułowość, estetyka

Charakterystyki wyłączników różnicowoprądowych

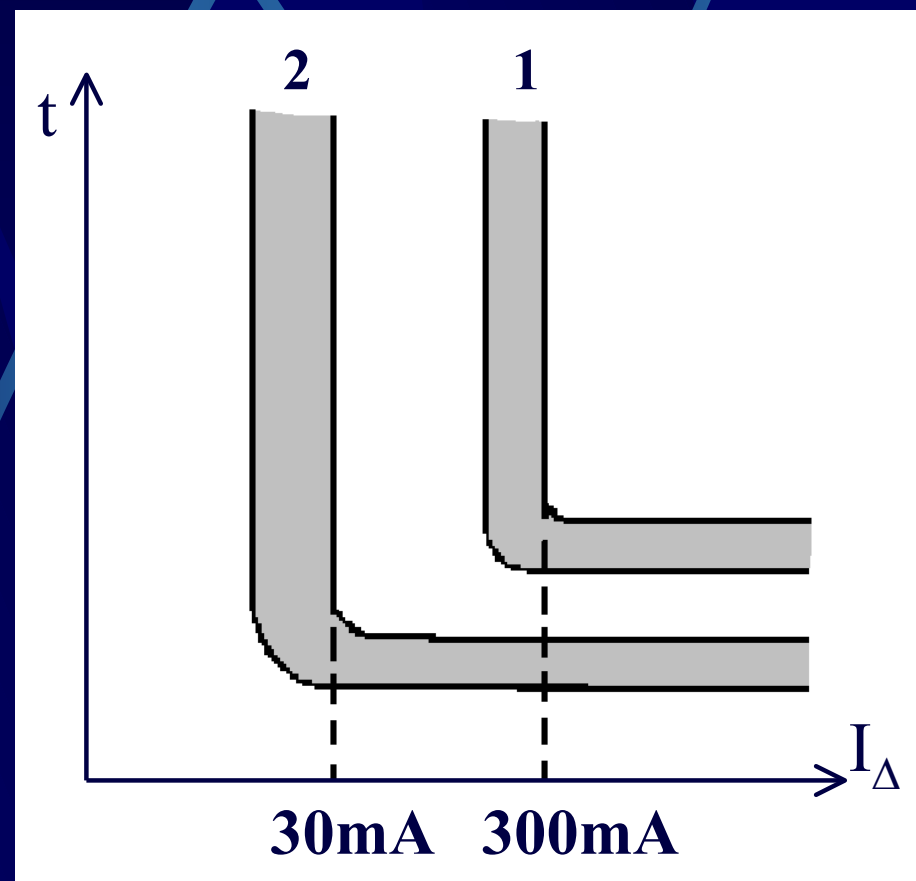


Selektywność wyłączników różnicowoprądowych

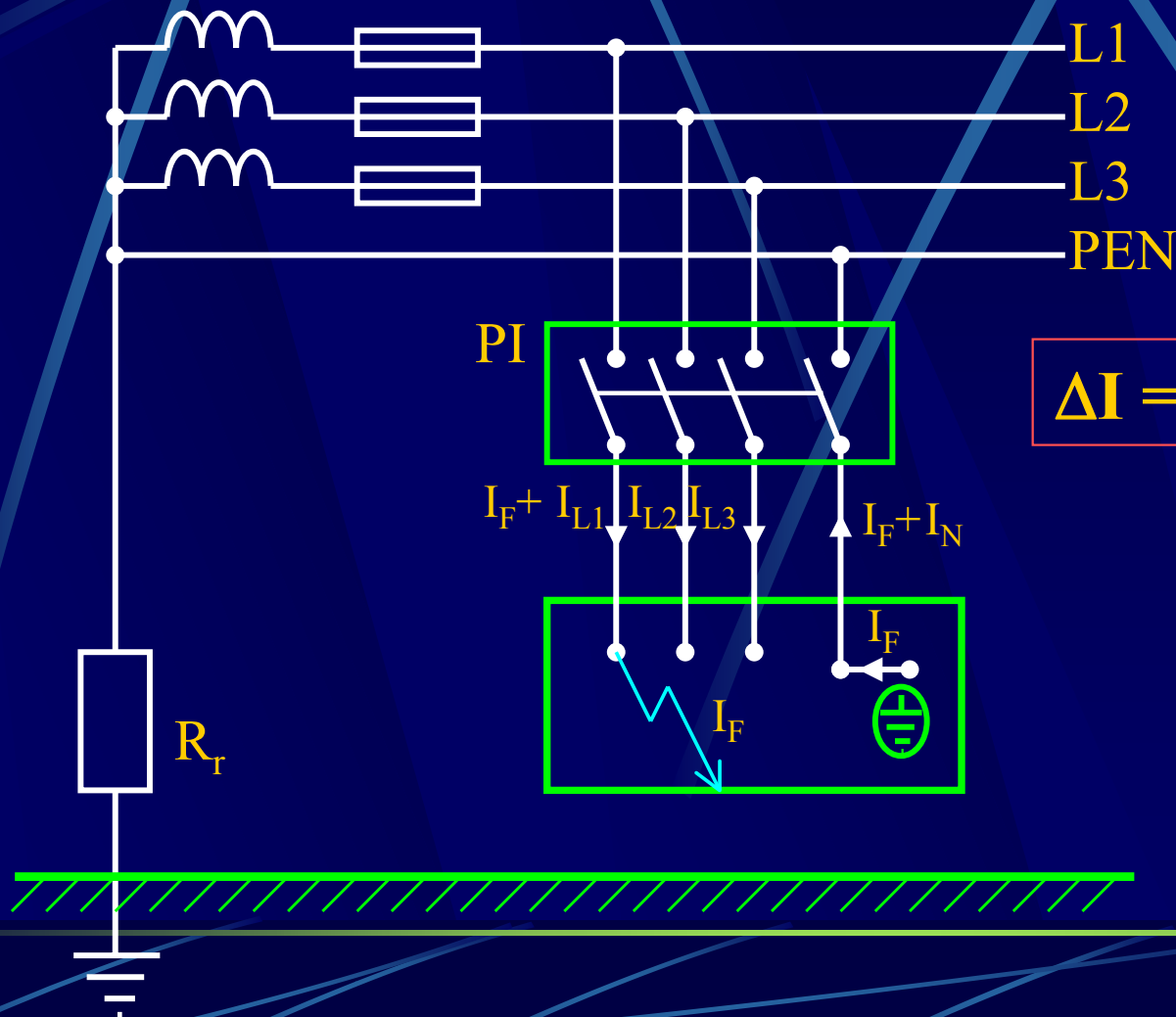


1
wyłącznik
główny

2
wyłączniki
obwodowe

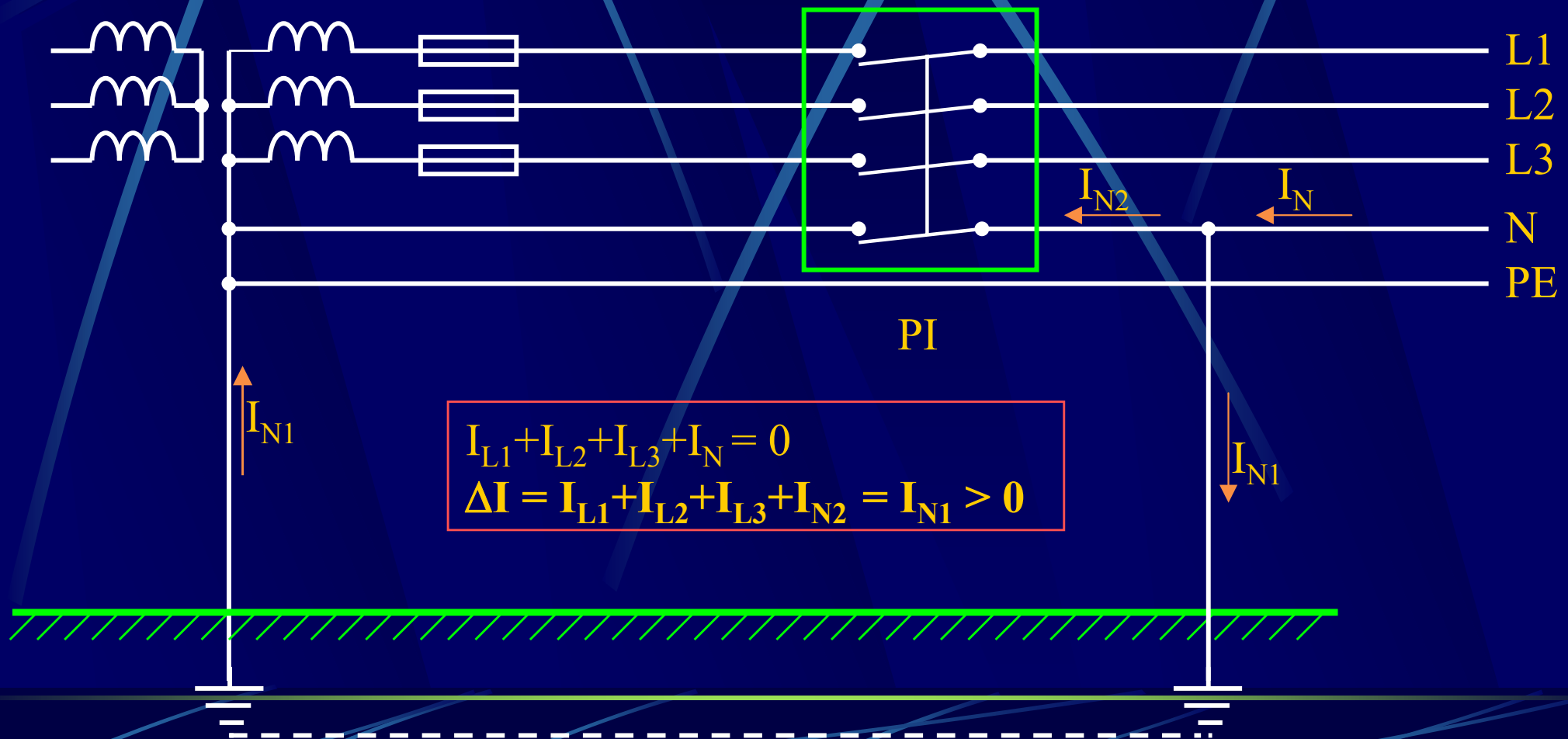


Ograniczenia w stosowaniu wyłączników różnicowoprądowych - sieć TN-C



$$\Delta I = I_{L1} + I_{L2} + I_{L3} + I_F - I_N - I_F = 0$$

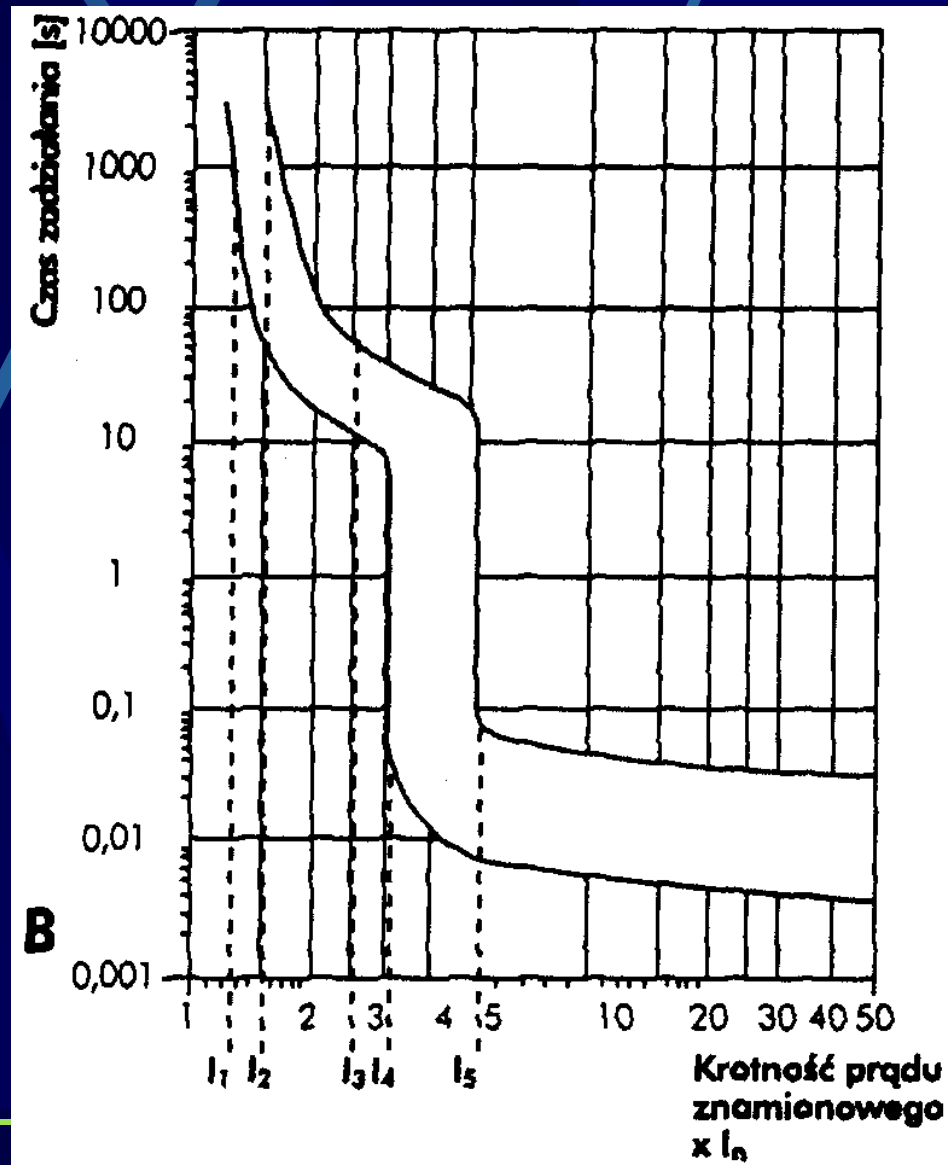
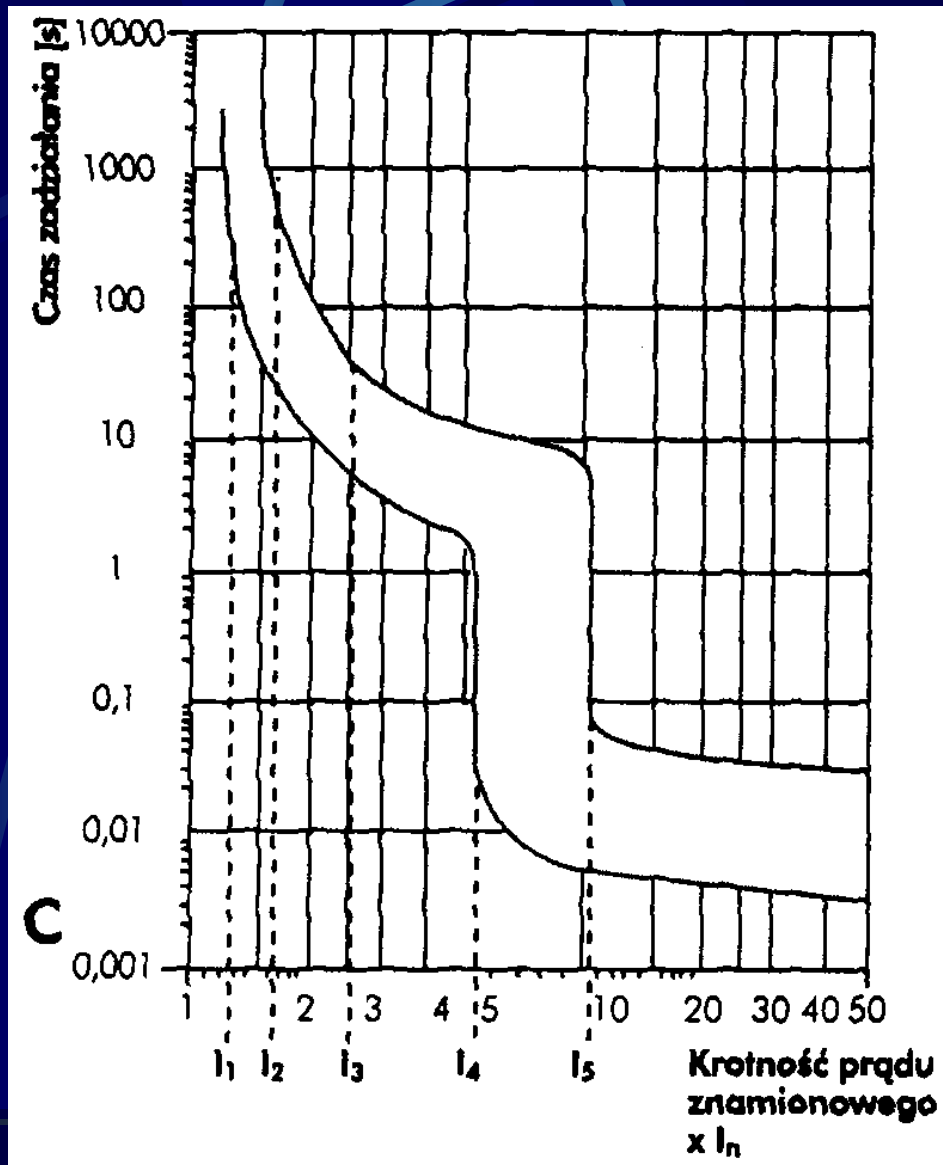
Ograniczenia w stosowaniu wyłączników różnicowoprądowych - uziemienie N



Wyłączniki nadmiarowoprądowe

- Zabezpieczenie przeciwprzeciążeniowe
- Zabezpieczenie przeciwzwarceniowe
- Zabezpieczenie przeciwporażeniowe

Charakterystyki czasowoprądowe



Zabezpieczenie przeciwporażeniowe

- W układach samoczynnego wyłączenia zasilania ma za zadanie wyłączyć napięcie zasilania pod wpływem prądu wywołanego pojawieniem się na częściach przewodzących dostępnych niebezpiecznego napięcia dotykowego
- Musi zachodzić warunek: $I_F = U_o / Z_s \geq I_A$, gdzie:
 - I_F - prąd wywołany pojawieniem się na częściach przewodzących dostępnych niebezpiecznego napięcia dotykowego
 - Z_s - rezystancja pętli zwarcia
 - I_A - prąd, powodujący zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w odpowiednim czasie (nie większym, niż wynikający z przepisów) - czas zadziałania odczytujemy z charakterystyki czasoprądowej zabezpieczenia dla prądu I_F

Zabezpieczenie przed prądem przeciążeniowym

- $I_N \leq I_{NB} \leq I_{dd}$

- $I_2 \leq 1,45 I_{dd}$

- I_N - prąd znamionowy w obwodzie elektrycznym zabezpieczanym

- I_{NB} - prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego

- I_{dd} - długotrwały dopuszczalny prąd przewodu

- I_2 - prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego (najczęściej określany z charakterystyki czasowoprądowej jako prąd, pod wpływem którego urządzenie na pewno zadziała w ciągu 1 godziny)

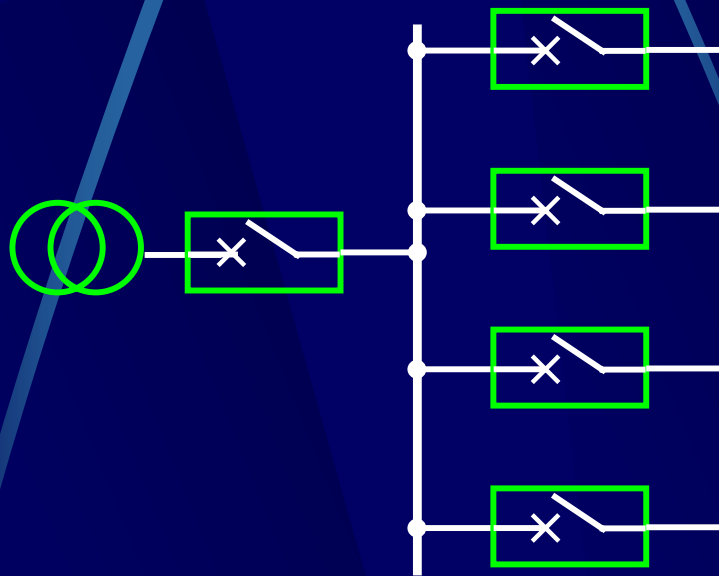
Zabezpieczenie przed prądem zwarciovym

- $I_{wył} \geq I_k$

- $t_{wył} \leq t_{max} = (k S / I_k)^2$

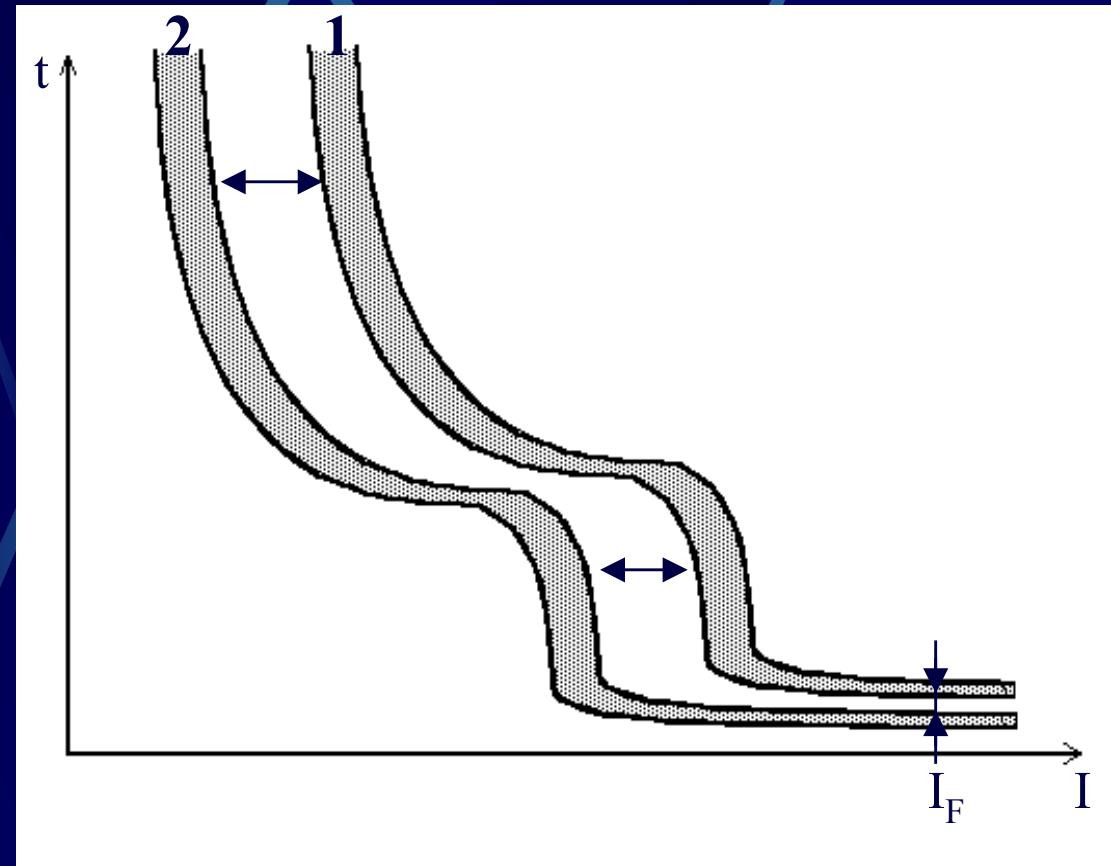
- $I_{wył}$ - maksymalny prąd, jaki może wyłączyć zabezpieczenie
- I_k - maksymalny początkowy prąd zwarciovym, jaki może wystąpić w obwodzie chronionym
- $t_{wył}$ - czas zadziałania zabezpieczenia przy prądzie I_k
- k - stała zależna od materiału, z jakiego zrobiony jest przewód chroniony i od rodzaju jego izolacji (od 74 do 115)
- S - przekrój chronionego przewodu w mm^2

Selektywność zabezpieczeń nadprądowych

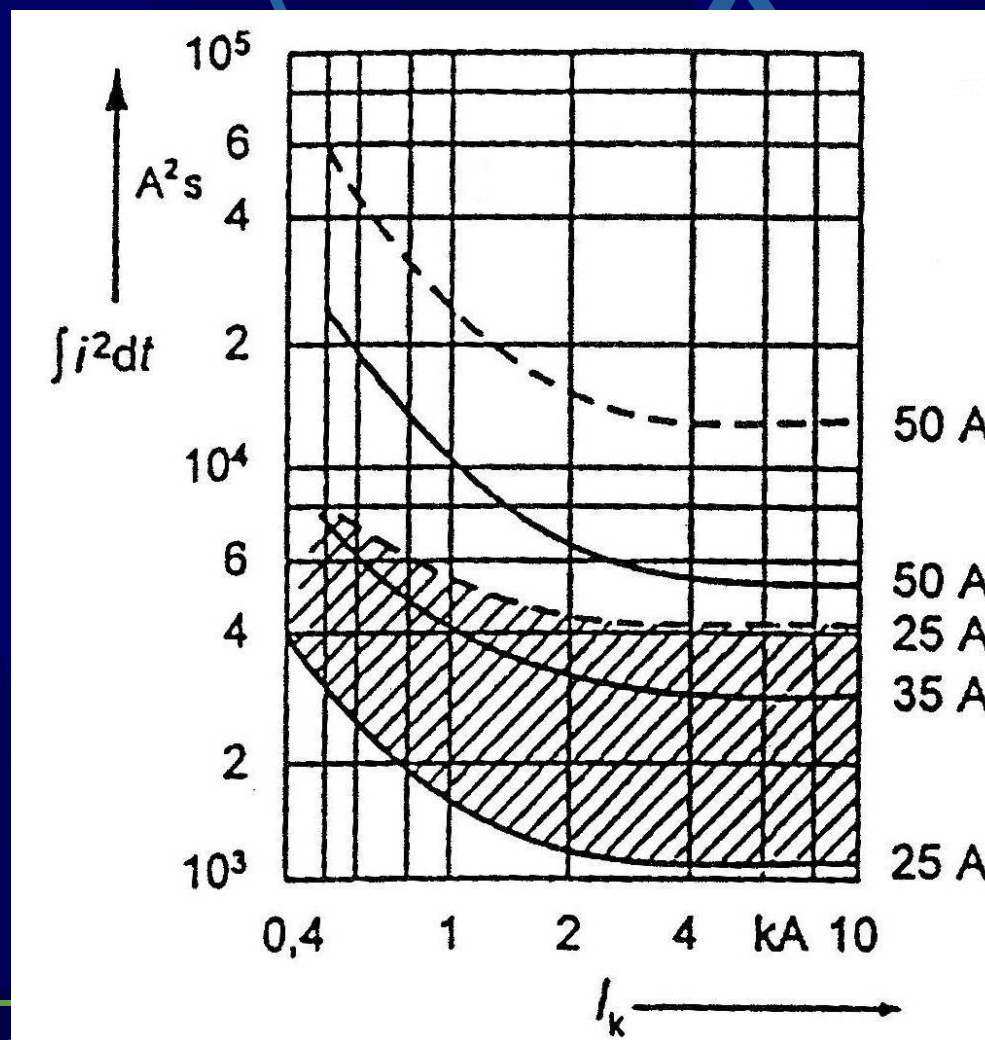


1
wyłącznik
główny

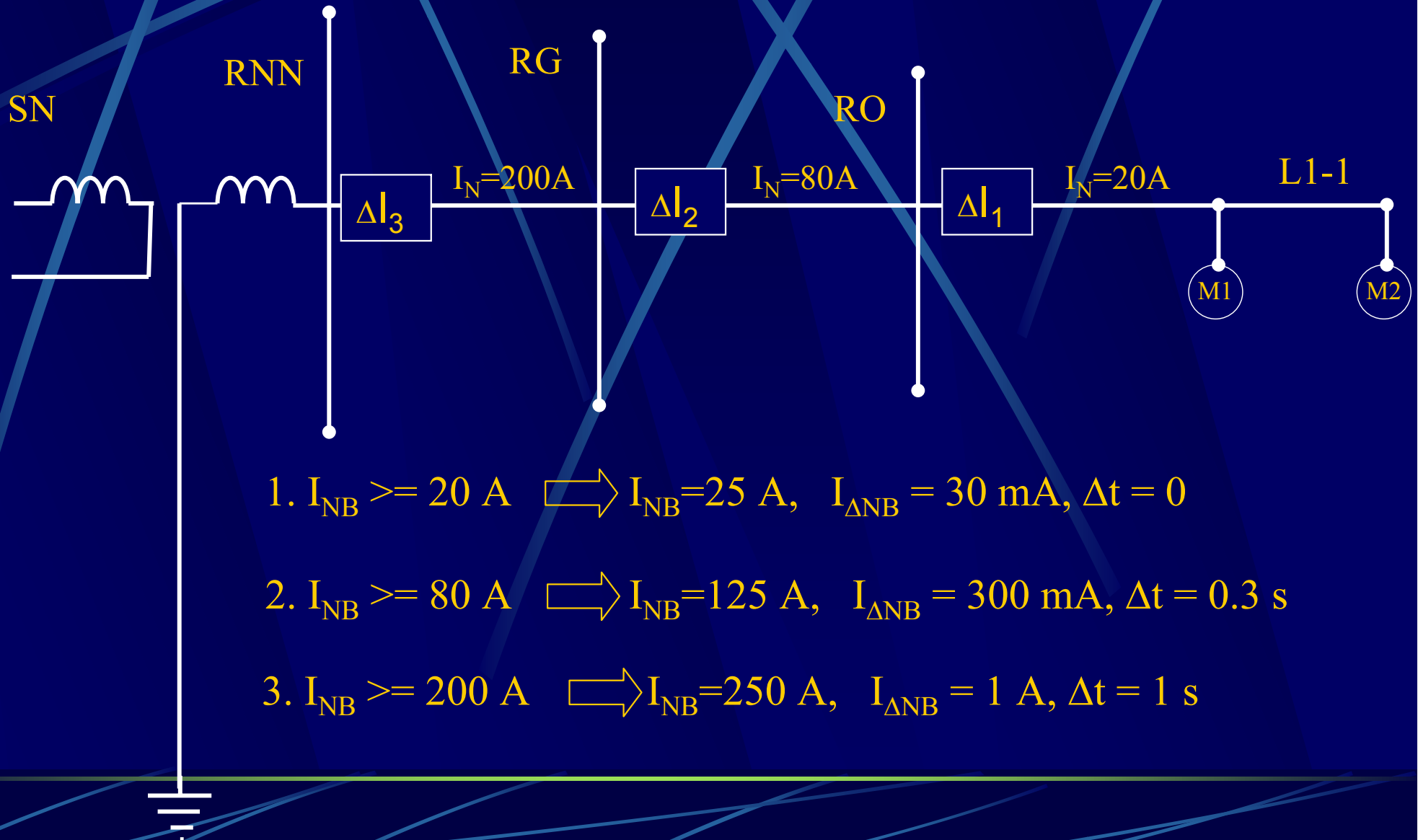
2
wyłączniki
obwodowe



Selektywność zabezpieczeń nadprądowych – całki



Dobór wyłączników różnicowoprądowych



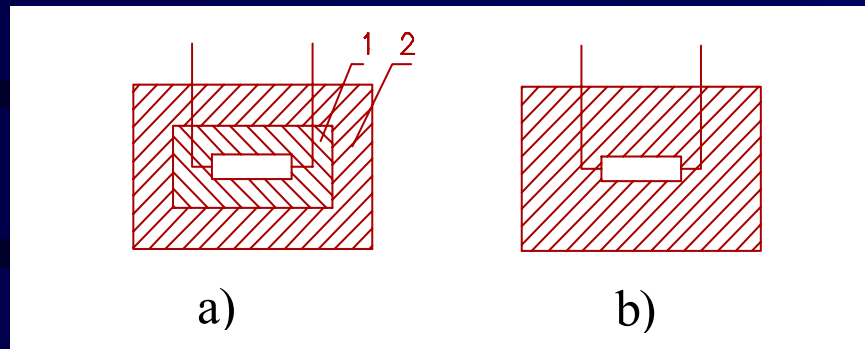
1. $I_{NB} \geq 20\text{ A} \Rightarrow I_{NB} = 25\text{ A}, I_{\Delta NB} = 30\text{ mA}, \Delta t = 0$

2. $I_{NB} \geq 80\text{ A} \Rightarrow I_{NB} = 125\text{ A}, I_{\Delta NB} = 300\text{ mA}, \Delta t = 0.3\text{ s}$

3. $I_{NB} \geq 200\text{ A} \Rightarrow I_{NB} = 250\text{ A}, I_{\Delta NB} = 1\text{ A}, \Delta t = 1\text{ s}$

Urządzenia II klasy ochronności

W urządzeniach II klasy ochronności jako środek ochrony dodatkowej stosuje się dodatkową warstwę izolacyjną między częściami czynnymi a częściami dostępnymi dla dotyku.



Rodzaje izolacji ochronnej: a) izolacja podwójna, b) izolacja wzmocniona.

1 - izolacja robocza 2 - izolacja dodatkowa

Separacja elektryczna

Separacja polega ona na niezawodnym elektrycznym oddzieleniu obwodu odbiornika od sieci zasilającej za pomocą transformatora lub przetwornicy separacyjnej, a także na utrzymaniu dobrego stanu izolacji odseparowanego obwodu.

Transformator lub przetwornica separacyjna, spełniające wymagania odpowiednich norm, powinny zasiląć możliwie krótkim obwodem **tylko jeden odbiornik**.

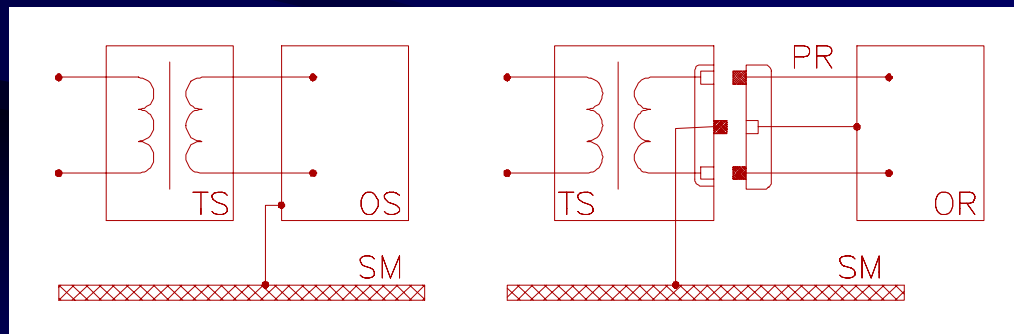
Dopuszcza się zasilanie kilku odbiorników, pod warunkiem zastosowania izolowanych połączeń wyrównawczych.

Długość przewodów w obwodzie separacyjnym nie powinna przekraczać 500 m, a iloczyn napięcia znamionowego obwodu (w woltach) oraz długości przewodów (w metrach) nie powinien przekraczać 100000.

Separacja elektryczna

Obwodu separowanego nie wolno łączyć z ziemią lub łączyć z jakimkolwiek innym obwodem, ze względu na możliwość przeniesienia niebezpiecznego napięcia dotykowego przewodami ochronnymi lub przewodami innego obwodu.

Jeżeli separowany odbiornik jest urządzeniem I klasy ochronności i jest używany przy pracach na stanowisku metalowym, wówczas należy wykonać połączenie wyrównawcze łącząc jego zacisk ochronny z tą konstrukcją.



OS - odbiornik stały, OR - odbiornik ruchomy, TS - transformator separacyjny, SM - stanowisko metalowe, PR - przewód ruchomy

Izolowanie stanowiska

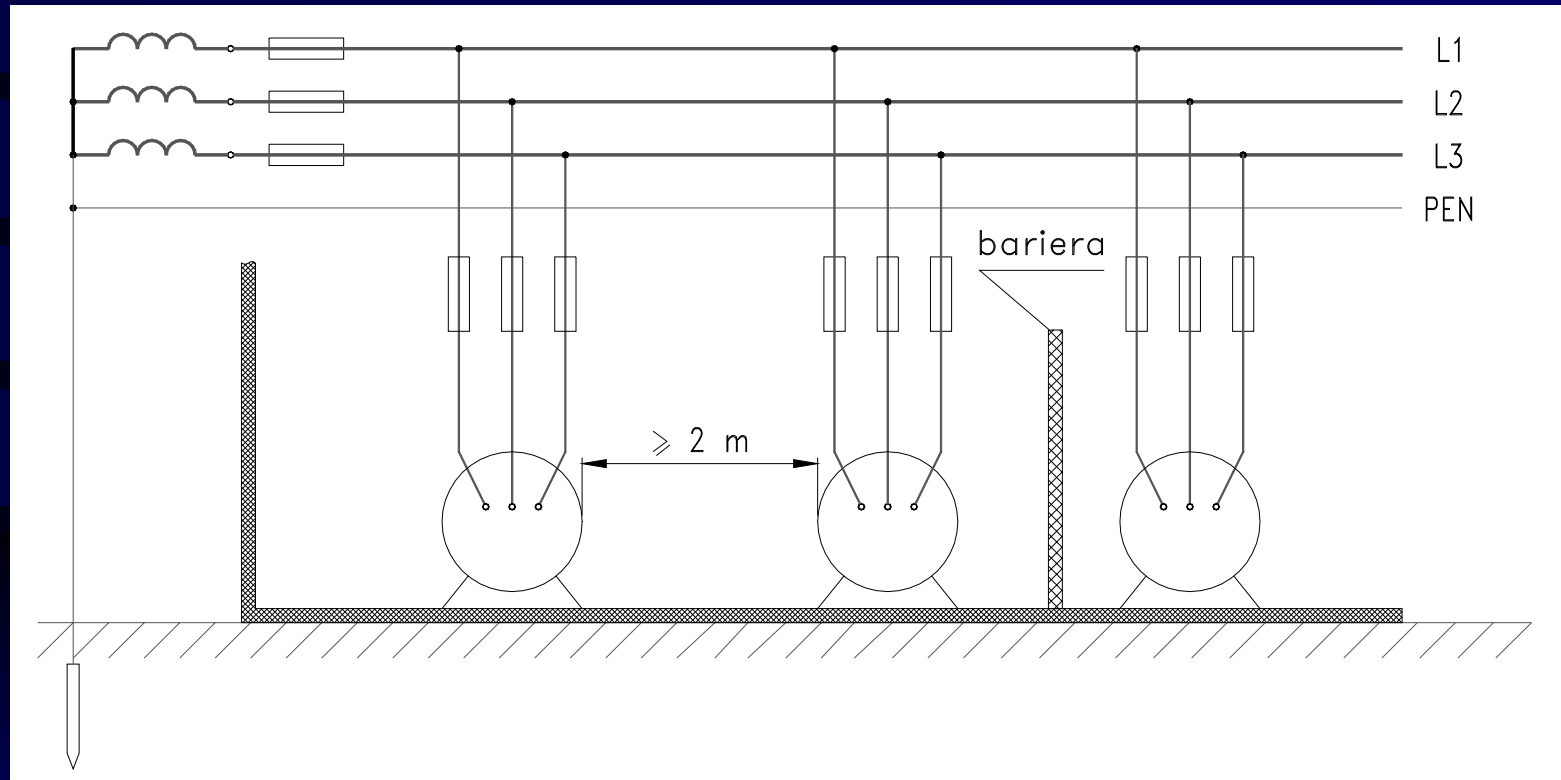
Izolowanie stanowiska jest środkiem dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej uniemożliwiającym równoczesny dotyk części przewodzących dostępnych.

Skuteczność ochrony zapewnia izolowanie podłóg i ścian oraz zastosowanie przynajmniej jednego z następujących środków:

- umieszczenie urządzeń w taki sposób, aby ich obudowy były od siebie oddalone na odległość nie mniejszą niż 2 m 1.
Wymagana odległość może się zmniejszyć do 1,5 m., gdy części te znajdują się poza zasięgiem ręki.
- zastosowanie barier pomiędzy częściami przewodzącymi, zwiększających odległość dla jednoczesnego dotyku tych części do wartości jak wyżej.
- izolowanie części przewodzących obcych.

Izolowanie stanowiska

Izolowanie stanowiska stosuje się najczęściej w odniesieniu do odbiorników stałych.



Przykład stanowiska izolowanego

Izolowanie stanowiska

Rezystancja stanowiska izolowanego powinna spełniać warunek:

$$R_S \geq 50\text{k}\Omega \quad \text{gdy } U_N \leq 500\text{ V}$$

$$R_S \geq 100\text{k}\Omega \quad \text{gdy } U_N > 500\text{ V}$$

Zapewnia to ograniczenie prądów rażeniowych do 10 mA, a więc do wartości prądu samouwolnienia.

Materiał, którym jest wyłożone stanowisko, powinien być trwale przymocowany do podłoża i powinien mieć trwałe właściwości mechaniczne i elektryczne.

Połączenia wyrównawcze

Celem ochrony zrealizowanej za pomocą połączeń wyrównawczych jest wyrównanie potencjałów, a tym samym uniemożliwienie pojawiania się niebezpiecznych napięć dotykowych pomiędzy częściami przewodzącymi dostępnymi lub obcymi.

Wszystkie jednocześnie dostępne dla dotyku części przewodzące należy ze sobą połączyć przewodami wyrównawczymi. System tych przewodów nie powinien mieć połączenia elektrycznego z ziemią, ani bezpośrednio ani przez jakiegokolwiek inne części przewodzące.

Przekroje przewodów

Połączenia główne:

Przekrój nie mniejszy niż połowa największego przekroju przewodu ochronnego zastosowanego w danej instalacji i nie mniejszym niż 6 mm^2 .

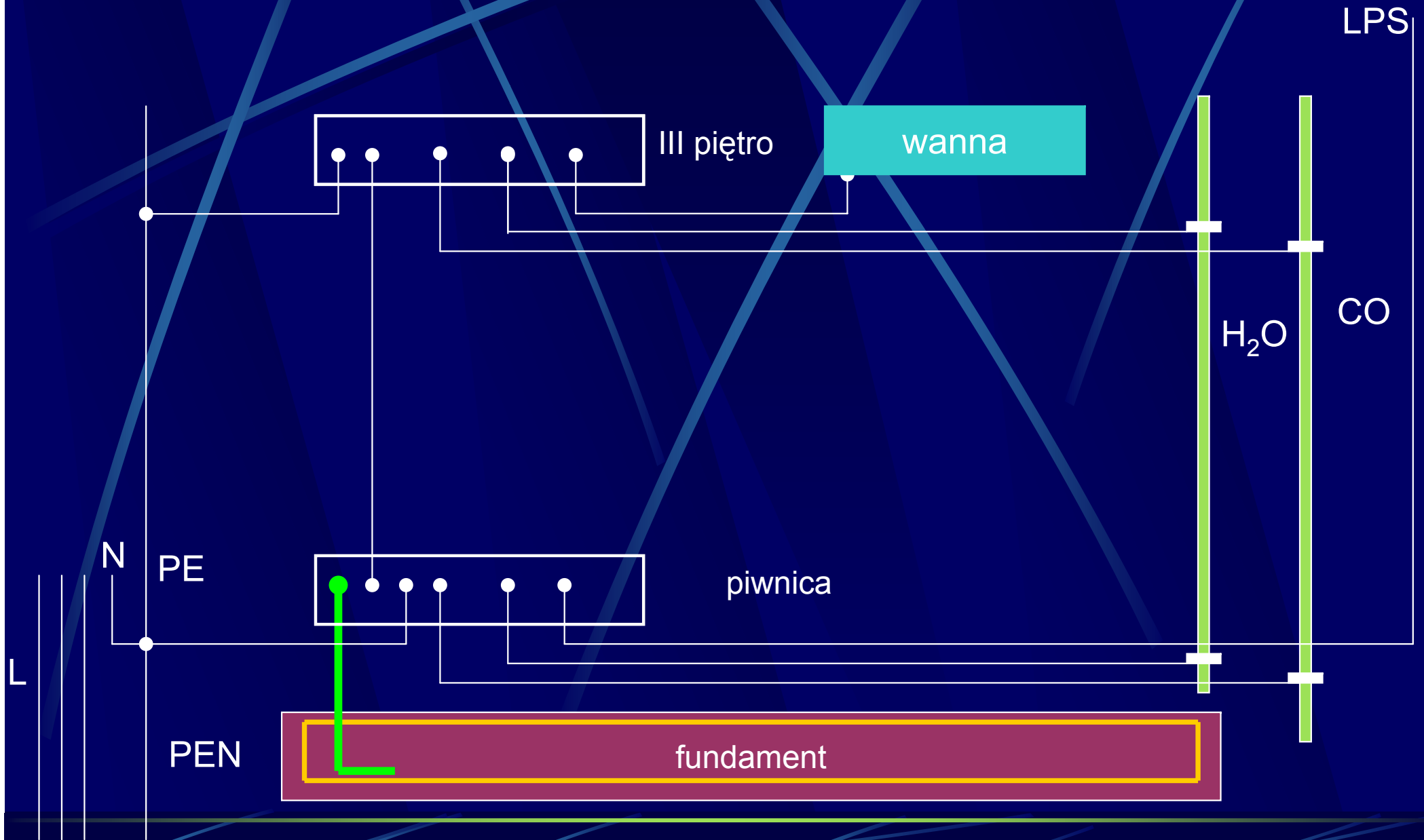
Połączenia miejscowe:

Przekrój nie mniejszy od przekroju najmniejszego przewodu ochronnego, przyłączonego do części objętych połączeniami wyrównawczymi.

Połączenie wyrównawcze główne

- W każdym obiekcie budowlanym połączenie wyrównawcze główne powinno łączyć ze sobą:
 - główny przewód ochronny (obwodu rozdzielczego)
 - główną szynę (zacisk) uziemiającą
 - rury i inne urządzenia zasilające instalacje wewnętrzne budynku
 - metalowe elementy konstrukcyjne, CO i klimatyzacji
 - przewody uziemień funkcjonalnych
- Wskazane jest również przyłączenie instalacji piorunochronnej i wystających poza obrys budynku elementów wsporczych anten itp.
- Przekrój przewodu powinien być nie mniejszy niż połowa największego przewodu ochronnego w danej instalacji, lecz nie może być mniejszy niż 6mm^2 i nie musi być większy niż 25mm^2

Połączenia wyrównawcze w budynku



Rola połączenia wyrównawczego głównego

- W pewnych uszkodzeniach instalacji elektrycznej (głównie zwarcjach jednofazowych) mogą się pojawić na niektórych częściach przewodzących napięcia dotykowe względem ziemi.
- Dotknięcie jednoczesne innej części przewodzącej jest daleko bardziej prawdopodobne niż dotknięcie ziemi.
- Jeżeli ta druga część przewodząca jest tak jak i część pod napięciem, przyłączona do głównego połączenia wyrównawczego, to napięcie dotykowe między nimi jest bardzo niewielkie

Połączenie wyrównawcze miejscowe (dodatkowe)

- Jeżeli w instalacji lub jej części nie mogą być spełnione warunki samoczynnego wyłączenia zasilania to powinny być wykonane połączenia wyrównawcze miejscowe
- Powinny obejmować wszystkie części przewodzące jednocześnie dostępne urządzeń stałych i części przewodzące obce oraz (jeżeli to możliwe) metalowe elementy konstrukcyjne
- Przewód połączenia powinien mieć przekrój nie mniejszy niż połowa przekroju przewodu ochronnego przyłączonego do tych części przewodzących dostępnych

Połączenia wyrównawcze miejscowe – c.d.

- W budynkach wysokich celowe może być wykonanie oprócz połączeń wyrównawczych głównych również połączeń wyrównawczych miejscowych
- Połączenia takie wykonuje się w miejscach o zwiększonym zagrożeniu porażeniem prądem elektrycznym (łazienki)
- Przede wszystkim połączeniami tymi obejmuje się uziemione elementy przewodzące nie objęte połączeniem wyrównawczym głównym (nie występujące w piwnicy, gdzie najczęściej jest połączenie wyrównawcze główne, a dostępne dla dotyku na wyższych kondygnacjach)

Przewody ochronne

- Zapewnienie ciągłości przez
 - zabezpieczenie przed uszkodzeniami
 - nie umieszczanie aparatury łączeniowej, zabezpieczeń, cewek urządzeń kontrolnych
- Jako przewody ochronne mogą być stosowane
 - żyły w kablach wielożyłowych
 - ułożone na stałe przewody gołe lub izolowane
 - metalowe osłony (np. pancerze kabli)
 - rury (za wyj. gazowych)
 - części przewodzące obce (nie jako PEN)
- PEN - tylko w instalacjach stałych

Przewody ochronne - przekroje

- Przekrój przewodu ochronnego S_{PE} w zależności od przekroju przewodu fazowego (liniowego) S_F nie powinien być mniejszy niż:
 - $S_{PE} \geq S_F$ dla $S_F \leq 16\text{mm}^2$
 - $S_{PE} \geq 16\text{mm}^2$ dla $35\text{mm}^2 \geq S_F > 16\text{mm}^2$
 - $S_{PE} \geq S_F/2$ dla $S_F > 35\text{mm}^2$
- Alternatywnym jest spełnienie warunku $S^2 \geq (I_k^2 t)/k$, gdzie:
 - S – przekrój przewodu w mm^2 , t – czas wyłączenia zwarcia, I_k – prąd zwarcia początkowy płynący przez urządzenie wyłączające, k – współczynnik (patrz następny slajd)
- Przekrój PEN w kablach koncentrycznych min. 4mm^2 , wszystkie połączenia dublowane
- Przekrój przewodu, nie będącego żyłą kabla lub jego powłoką nie powinien być mniejszy niż:
 - dla PE:
 - 2.5mm^2 dla przewodów zabezpieczonych przed mech. uszkodzeniem
 - 4.0mm^2 dla przewodów niezabezpieczonych
 - dla PEN: 10mm^2 Cu lub 16mm^2 Al

Współczynnik k dla przewodów ochronnych

Materiał przewodu	Izolacja		
	PVC	XLPE	Guma
Przewód ochronny pojedynczy izolowany			
Cu	143	176	166
Al	95	116	110
Fe	52	64	60
Przewód ochronny będący żyłą kabla			
Cu	115	143	134
Al	76	94	89
Przewód nieizolowany			
	Warunki		
	Widoczny	Normalne	Zagr. pożarem
Cu	228	159	138
Al	125	105	91
Fe	82	58	50

Przewody uziemiające

- Przekroje tak, jak przewody ochronne z tym, że:
- Przewody zakopane w ziemi powinny mieć przekrój co najmniej:
 - zabezpieczone przed korozją i uszkodzeniem mechanicznym - bez dodatkowych wymagań
 - zabezpieczone przed korozją a nie zabezpieczone przed uszkodzeniem mechanicznym: 16mm^2
 - nie zabezpieczone przed korozją: 25mm^2 Cu i 50mm^2 Fe

Podsumowanie

Ochronę przez samoczynne wyłączenie zasilania można stosować we wszystkich instalacjach, przy czym czas wyłączania powinien być dostosowany do wartości napięcia bezpiecznego, jakie powinno być przyjęte dla danej instalacji.

Pozostałe środki ochrony dodatkowej jak zastosowanie urządzeń II klasy ochronności, izolowanie stanowiska lub separacja elektryczna mają charakter lokalny i są stosowane raczej do pojedynczych urządzeń lub ich grup.

Przy wyborze środków ochrony w danym obiekcie należy ograniczać ich różnorodność oraz skoordynować je w taki sposób, aby uniknąć niepożądanych oddziaływań wzajemnych, zmniejszających skuteczność ochrony.

Zalecana ogólna ochrona przed dotykiem pośrednim obejmuje:

- sieć typu TN-S
- zastąpienie bezpieczników wyłącznikami instalacyjnymi
- uzupełnienie ochrony wyłącznikami różnicowoprądowymi
- stosowanie połączeń wyrównawczych głównych i miejscowych

Pierwsza pomoc przy porażeniu prądem elektrycznym



Uwagi ogólne

- Ogólna ocena sytuacji:
 - nie zostać samemu porażonym
- Porażenie napięciem średnim lub wysokim
 - nie zbliżać się
 - wezwać pomoc
 - zabezpieczyć miejsce zdarzenia
- Porażenie napięciem niskim
 - odłączyć porażonego do prądu poprzez
 - wyłączenie wyłącznikiem, bezpiecznikiem, wtyczką
 - wyrwanie przewodów
 - odciągnięcie porażonego za pomocą nieprzewodzącego narzędzia (szczotka) lub za luźne poły ubrania

Porażenie niskim napięciem

● Ocena stanu porażonego

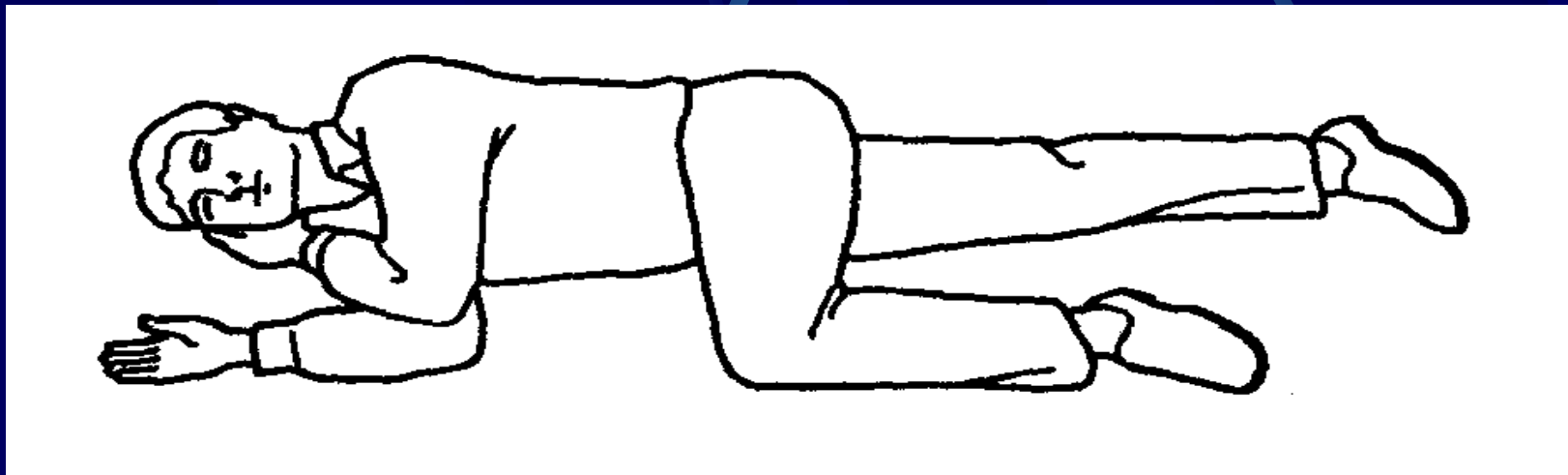
- przytomny
 - wezwać pomoc
 - opatrzyć obrażenia

● Oparzenia

- schłodzić oparzone miejsce (polewanie zimną wodą, podanie płynów)
- założyć suchy jałowy opatrunek
- wezwać pomoc lub zawieźć do szpitala
- obserwować, czy nie ma objawów wstrząsu
 - skóra zimna, blada, lepka
 - przyspieszenie czynności serca, tętno nieregularne
 - oddech płytki, osłabienie, zaburzenia równowagi

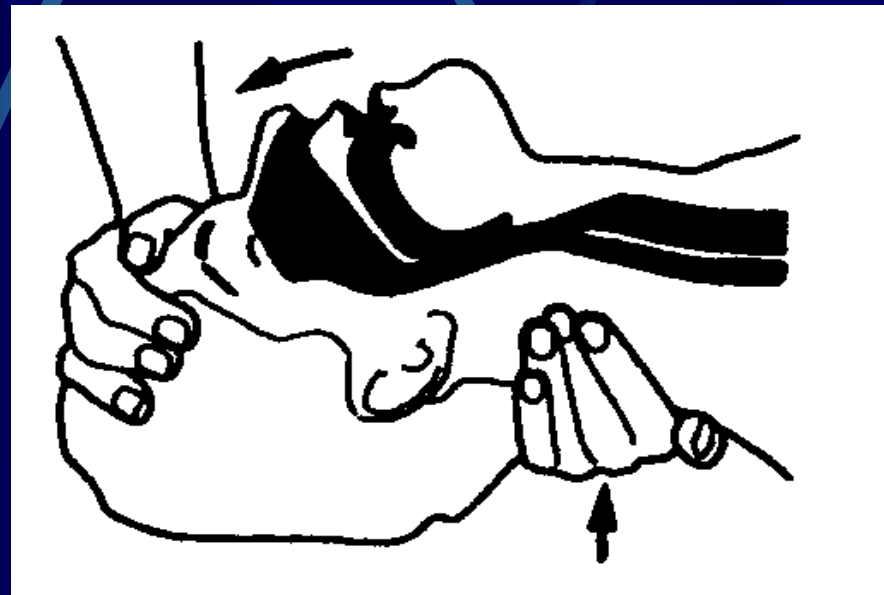
Poszkodowany nieprzytomny

- Sprawdzamy oddech - 5s
 - obserwacja klatki piersiowej
 - przystawienie twarzy do ust poszkodowanego
- Oddech jest to
 - ułożyć w pozycji bezpiecznej bocznej
 - wezwać pomoc



Brak oddechu

- Sprawdzamy akcję serca na tętnicach szyjnych (po obu stronach „jabłka Adama” w ułożeniu na wznak z odchyłoną głową)
- Tętno jest, to rozpoczynamy sztuczne oddychanie:
 - ułożenie na wznak na twardym podłożu z głową odchyłoną do tyłu



Sztuczne oddychanie

- sprawdzenie drożności dróg oddechowych - wyjąć język
- zaciśnięcie nosa poszkodowanego palcami jednej ręki
- objęcie ustami ust poszkodowanego
- powolne wdmuchiwanie powietrza z obserwacją unoszenia klatki piersiowej - do 2s - z częstotliwością ok. 10/min
- wydech samoistny
- po pierwszych 10 oddechach wzywamy pomoc
- kontynuujemy do skutku, co jakiś czas przerywając, celem sprawdzenia, czy poszkodowany nie zaczął sam oddychać

Sztuczne oddychanie - rysunek



Sztuczne oddychanie u dzieci

- Obejmujemy ustami nos i usta dziecka
- Częstotliwość oddechów 20/min
- Zmniejszamy ilość wdmuchiwanego powietrza

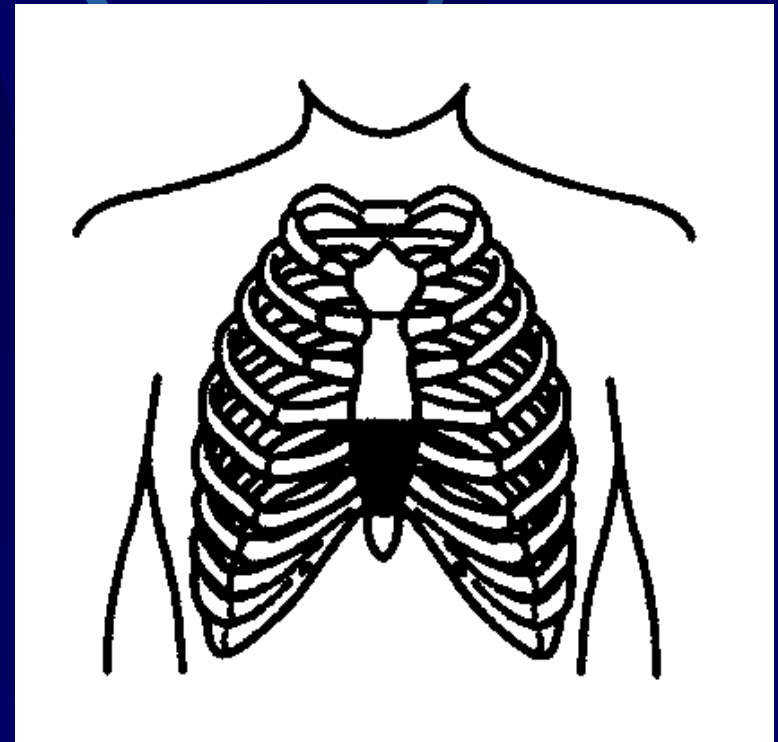


Brak tętna

- Wezwanie pomocy (jeżeli możliwe)
- Rozpoczęcie masażu serca i sztucznego oddychania: stosunek liczby ucisków do oddechów: 5:1
 - jeden ratujący: 10 ucisków i 2 oddechy
 - dwóch ratujących: jeden wykonuje sztuczne oddychanie, drugi masaż serca
- Co jakiś czas sprawdzamy, czy poszkodowany nie podjął czynności we własnym zakresie (tętno)
- Kontynuujemy do skutku

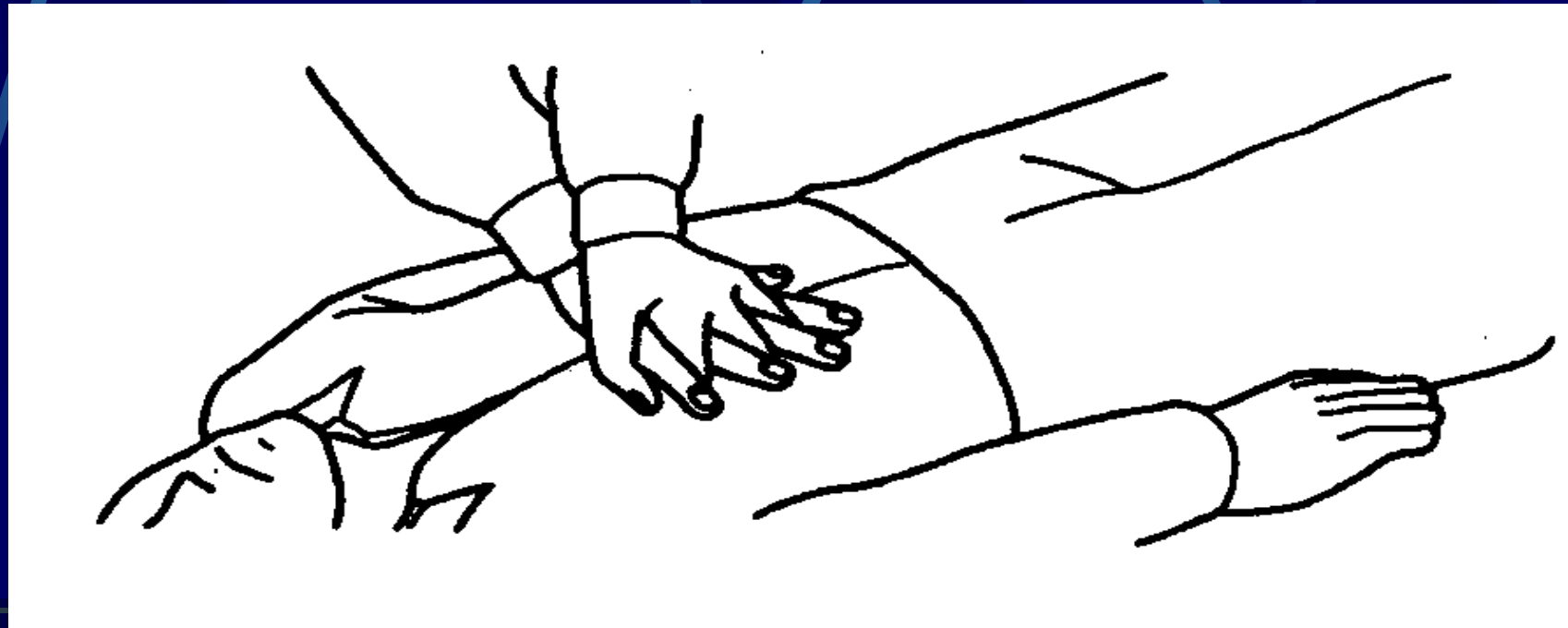
Brak tętna - masaż serca

- Masaż serca
 - w pozycji na wznak odnaleźć wyrostek mieczykowy
 - palce wskazujący i środkowy lewej ręki ustawiamy w okolicy wyrostka mieczykowego
 - prawą dłoń opieramy powyżej palców lewej



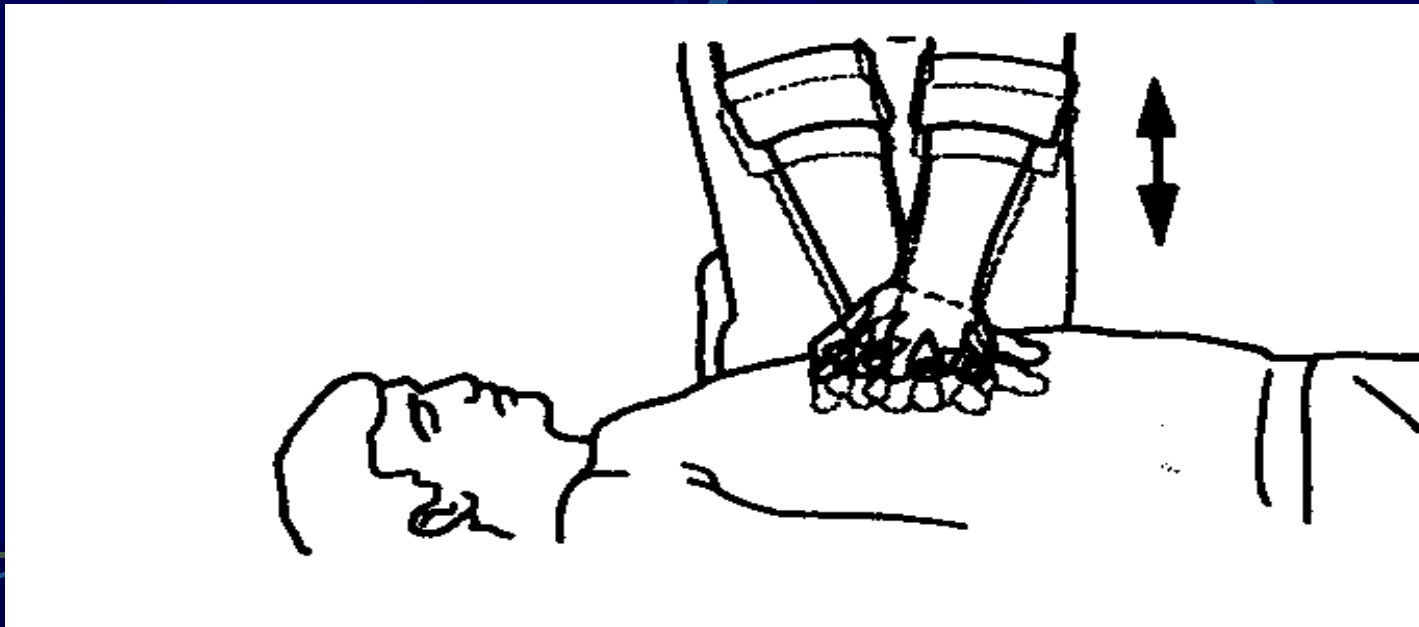
Masaż serca

- lewą dłoń kładziemy na prawej i splatamy palce, w czasie uciskania klatki piersiowej odrywamy od niej palce, tak, że styka się z nią tylko nasada prawej dłoni



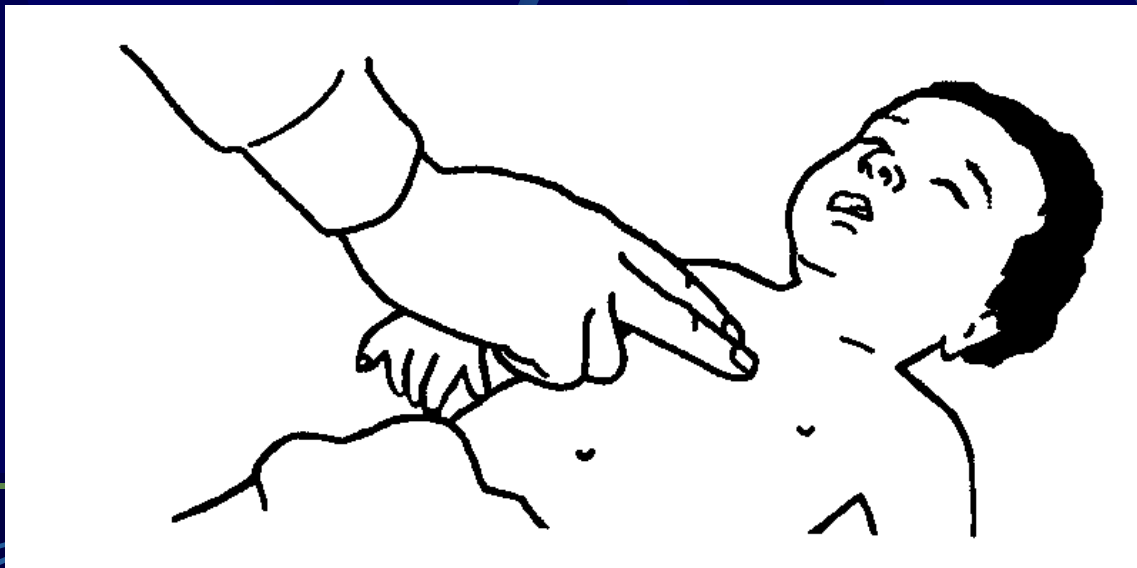
Masaż serca - c.d.

- ręce muszą być wyprostowane, pochylamy się nad poszkodowanym i całym ciężarem naciskamy
- mostek powinien ugiąć się o ok. 4-5cm
- wykonujemy z częstotliwością 80/min



Masaż serca u dzieci

- Tętno sprawdzamy dwoma palcami przez min. 5s na tętnicy ramiennej, w połowie odległości między barkiem a dołem łokciowym na przyśrodkowej powierzchni ramienia
- U niemowląt masaż serca wykonuje się dwoma palcami przyłożonymi do mostka tuż poniżej linii łączącej brodawki sutkowe, zakres ucisku - 2cm
- U młodszych dzieci masaż serca 1 ręką, zakres ucisku 3-4cm, punkt przyłożenia jak u dorosłych
- Częstotliwość masażu 100/min - 5 ucisków na jeden oddech





ERGONOMIA

Ergonomia

- *ergon* (praca), *nomos* (prawo, zasada) (*gr*)
- *Ergonomia* - nauka zajmująca się badaniem warunków pracy, przystosowaniem środowiska pracy, maszyn i urządzeń technicznych do właściwości fizycznych i psychicznych człowieka z punktu widzenia zapewnienia mu optymalnych warunków wykonywania pracy.
- Początki: przełom XIX/XX wieku, duży rozwój podczas II wojny światowej

Przedmiot i cele ergonomii

- Przedmiotem ergonomii jest relacja układu człowiek - elementy pracy, w celu zapewnienia higieny, bezpieczeństwa i komfortu pracy, przy założeniu wysokiej sprawności procesu produkcyjnego.
- Celem ergonomii jest humanistyczna i użytkowa optymalizacja elementów pracy przez dostosowanie ich do właściwości organizmu ludzkiego

Zakres ergonomii

- Ergonomia pierwszej generacji:
 - badanie zjawisk percepcji,
 - zagadnienia antropometrii,
 - analizę i projektowanie względnie wyizolowanych systemów: człowiek - obiekt techniczny
- Ergonomia drugiej generacji:
 - badanie procesów poznawczych i decyzyjnych człowieka,
 - interakcję **człowiek - komputer**,
- Ergonomia trzeciej generacji (makroergonomię):
 - badanie systemów złożonych. Jej wieloobektowy przedmiot projektowania (organizację) traktuje się jako nieodłączny komponent otoczenia zewnętrznego.

Obciążenie człowieka pracą

- Wynikające jedynie z obciążenia go samymi czynnościami roboczymi.
- Zależne od warunków środowiska, w którym proces pracy ma miejsce oraz od charakteru reakcji ustroju pracownika na nie.
- Praca fizyczna:
 - statyczna
 - dynamiczna
- Praca umysłowa

Uciążliwość pracy

- Wielkość wydatku energetycznego (WE), charakterystyczna dla prac fizycznych
- Udział wysiłku o charakterze statycznym
- Stopień monotypowości ruchów.

Określenie wydatku energetycznego

- Tylko dla wysiłku dynamicznego:
 - pomiar wdychanego tlenu
 - pomiar wydychanego dwutlenku węgla
 - zliczanie uderzeń serca
- Metody te pozwalają też określić:
 - wydolność **fizyczną** - zdolność organizmu do ciężkiej i długotrwałej pracy bez głębszych zmian w środowisku wewnętrznym
 - stopień wytrenowania

Ocena obciążenia statycznego

- W 3 stopniowej skali: małe, średnie lub duże, uwzględniając równocześnie wartość WE oraz monotypowość ruchów.
- Do oceny przyjęć należy pozycję ciała o największym obciążeniu statycznym, jeżeli utrzymywana jest w czasie dłuższym od 3 godz./zmianę roboczą.
- Ocena obciążenia statycznego oparta jest na znajomości takich czynników jak:
 - rodzaju przyjętej postawy ciała w trakcie wykonywanych czynności,
 - stopnia wymuszenia zajmowanej pozycji i pochylecia ciała,
 - możliwości zmiany przyjętej pozycji ciała,
 - położenia kończyn i ich czynności ruchowych,
 - chronometrażu czasu pracy pracownika.

Ocena monotypowości ruchów roboczych

- Metoda szacunkowa. W analizie brane są pod uwagę:
 - stopień ograniczenia ruchowego,
 - liczba powtórzeń,
 - wielkość rozwijanych sił przez mięśnie będące w trakcie pracy.
- 3 stopniowa skala: mała, średnia, duża.
- Zaleca się **podwyższyć o 1 klasę** stopień ciężkości wykonywanej pracy jeżeli:
 - ponad 75% wysiłku przypada na czynności, które wymagają $WE > 5$ kcal/min,
 - ponad 50% wysiłku przypada na czynności, które wymagają $WE > 8$ kcal/min,
 - temperatura efektywna $TE > 30^{\circ} C$.

Obciążenie psychiczne

- Dla zjawisk percepcyjnych istotna jest ilość napływających informacji, ich złożoność, zmienność, czy jednoznaczność,
- Gdy nie ma jednoznacznego przyporządkowania między sygnałem a reakcją, wysiłek psychiczny zależy od wagi podjętych decyzji,
- W procesach wykonawczych, mimo, że zależą one od wielkości wysiłku fizycznego, może być też widoczny udział systemu nerwowego w przypadku złożoności wykonywanej czynności i jej stopniu identyfikacji.

Określenie obciążenia psychicznego

- **Pomiary:**
 - liczby wysyłanych informacji w jednostce czasu - analiza ilościowa,
 - liczby błędów - analiza jakościowa pracy,
 - czasu reakcji,
 - w tzw. zadaniu dodatkowym, co jest miarą rezerwowej zdolności do pracy.
- **Ocena wg 5 stopniowej skali, uwzględniając wcześniej stopień uciążliwości pracy, analizując jej następujące cechy:**
 - niezmienność (jednostajność) procesu pracy,
 - niezmienność warunków pracy - środowiska,
 - konieczność zachowania stałego napięcia uwagi.
 - stopień skomplikowania wykonywanych operacji.

Efekt fizjologiczny obciążenia człowieka pracą

- **Zmęczenie** jest to spadek zdolności do pracy, który rozwinął się podczas pracy i jest jej następstwem. W zależności od przebiegu rozróżnia się następujące postacie zmęczenia:
 - znużenie, które występuje przy nie dużym wysiłku, zwłaszcza w przyp. monotonii, monotypii i przy braku zaangażowania emocjonalnego,
 - podostre, występuje przy krótkotrwałym, o średnim stopniu obciążenia, nie zagraża zdrowiu, szybko ustępuje,
 - ostre, występuje po bardzo intensywnych a krótkich wysiłkach,
 - przewlekłe, jest wynikiem kumulowania się mniejszych zmęczeń, rozciągnięte jest w czasie, trudne do rozpoznania,
 - wyczerpanie - wysiłek przewyższa możliwości człowieka, typowe objawy to: drżenie mięśniowe, nudności, powiększenie wątroby.

Zmęczenie fizyczne

- Zmiany w układzie biochemicznym mięśnia,
- Wzrost produktów przemiany materii,
- Wyczerpanie zapasów energetycznych organizmu (m.in. pojawienie się długu tlenowego),
- Pocenie się (odwodnienie organizmu, utrata elektrolitów, co znacznie przyspiesza rozwoju zmęczenia),
- Pogorszenie koordynacji ruchowo-wzrokowej (spowolnienie ruchów, spadek sił mięśni i dokładności ruchu),
- Spadek wydajności (wzrost liczby błędów, czasu reakcji),
- Wzrost zagrożenia urazowego czy wypadkowego.

Zmęczenie psychiczne

- Zmniejszenie stopnia koncentracji
- Utrudnione myślenie
- Spowolnienie i osłabienie postrzegania
- Spadek motywacji
- Zaburzenia emocjonalne (apatia lub rozdrażnienie)
- Nastawienie systemu nerwowego na odpoczynek (ziewanie, senność)
- Spadek wydajności pracy (wzrost: czasu reakcji, liczby błędów)
- Spadek formy fizycznej, energii organizacyjnej
- Wzrost zachorowań, urazów i wypadków

Czynniki materialne środowiska pracy

● Fizyczne:

- temperatura, wilgotność, ruch powietrza i ciśnienie atmosferyczne,
- zanieczyszczenia pyłowe powietrza,
- drgania akustyczne i mechaniczne,
- pola elektromagnetyczne
- pola elektrostatyczne,
- pola magnetyczne stałe i wolnozmiennie,
- promieniowanie urządzeń laserowych.

● Chemiczne:

- aktywne chemicznie zanieczyszczenia pyłowe,
- gazowe związki chemiczne.

Działanie czynników materialnych

- Zakłócające,
- Denerwujące, uciążliwe,
- Szkodliwe.

Mikroklimat

- Subiektywne odczucie warunków termicznych środowiska przez człowieka zależy od:
 - parametrów kształtujących mikroklimat (temperatura, wilgotność, ciśnienie, ruch powietrza),
 - wielkości wysiłku fizycznego,
 - rodzaju ubrania,
 - właściwości adaptacyjnych ustroju,
 - indywidualnych przyzwyczajeń.
- Ocena warunków mikroklimatycznych w oparciu o:
 - pomiar wartości 4 podstawowych parametrów fizycznych
 - porównanie ich z wartościami normatywnymi,
 - uwzględnienie wpływu innych czynników takich jak:
 - promieniowanie cieplne (ogólne i kierunkowe),
 - wielkość wysiłku fizycznego,
 - pora roku (ciepła - powyżej 10⁰ C, chłodna - poniżej 10⁰ C),
 - rodzaj ubioru,
 - sposób odżywiania.

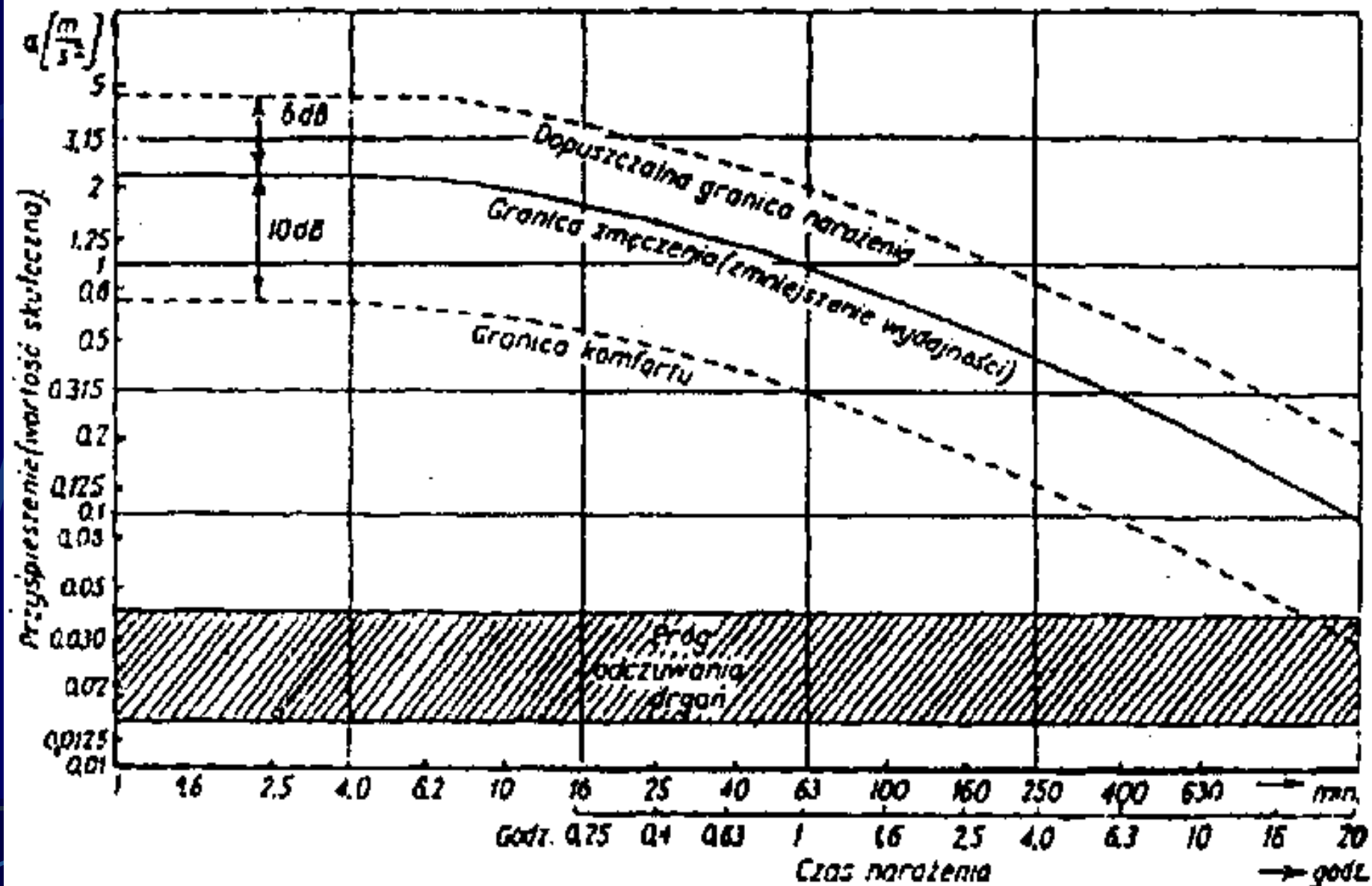
Wrażenie cieplne

Wskaźnik	Rodzaj wrażenia cieplnego człowieka						
	gorąco	ciepło	lekko ciepło	komfort	lekko chłodno	chłodno	zimno
	(+3)	(+2)	(+1)	(0)	(-1)	(-2)	(-3)
Temperatura ciała w °C	36,6-37,0	36,6-37,0	36,6 -37,0	36,5 +- 0,4	36,5	< 36,0	< 35,0
Temperatura skóry w °C	> 36,6	36,0+- 0,6	34,9+-0,7	33,2+-1,0	31,1+- 1,0	29,1+-1,0	< 28,1
Wydzielanie potu w g/h	500 - 2000	250 - 500	60 - 250	50 +-10	< 40	brak	brak
Skuteczność parowania	< 50%	> 50%	do 100%	-	-	-	-
Akumulacja (+) lub utrata (-) ciepła, cal	+(80-120)	+(50-80)	+(25-50)	+25	-(25-80)	-(80-160)	-(160-200)
Różnica t,°C pomiędzy tułowiem a kończyną	brak lub odwrotna	do t stóp > od t rąk	1,8 +-0,7	3,0 +-0,5	5,0 +-1,5	6,5-15,0	Postępujący spadek

Drgania

- Ogólne, jeżeli są przenoszone na korpus poprzez nogi, miednicę, plecy lub barki,
- Miejscowe, jeżeli drgania są przenoszone na korpus poprzez ręce.
- Przyjęto 3 obszary reakcji organizmu:
 - uciążliwości - a_u wyznaczony przez spadek sprawności wydajności pracy w ciągu 8 godz. dnia pracy (dotyczy drgań ogólnych),
 - progu odczuwania drgań - zmniejszenie komfortu $a_{dop} = 0.316 \times a_u$ (dotyczy drgań ogólnych),
 - szkodliwości (narażenie zdrowia i bezpieczeństwa) $a_{dop} = 2 \times a_u$. Wartość ta jest większa o 5 - 6 dB od wartości granicy uciążliwości (dotyczy drgań ogólnych i miejscowych).
- Minimalizację drgań można uzyskać stosując środki techniczne takie jak:
 - wyrównywanie lub nawet eliminacja sił zderzeniowych,
 - modyfikacja widma drgań,
 - zmiany parametrów układu,
 - eliminatory drgań: pokrycia tłumiące (pasty, farby), szczeliny dylatacyjne, materiały przeciw drganiowe (gumowe, sprężynujące i inne),
 - sposób posadowienia źródeł drgań,
 - regulacja sztywnością konstrukcji budowlanych,
 - właściwe rozmieszczenie źródeł drgań.

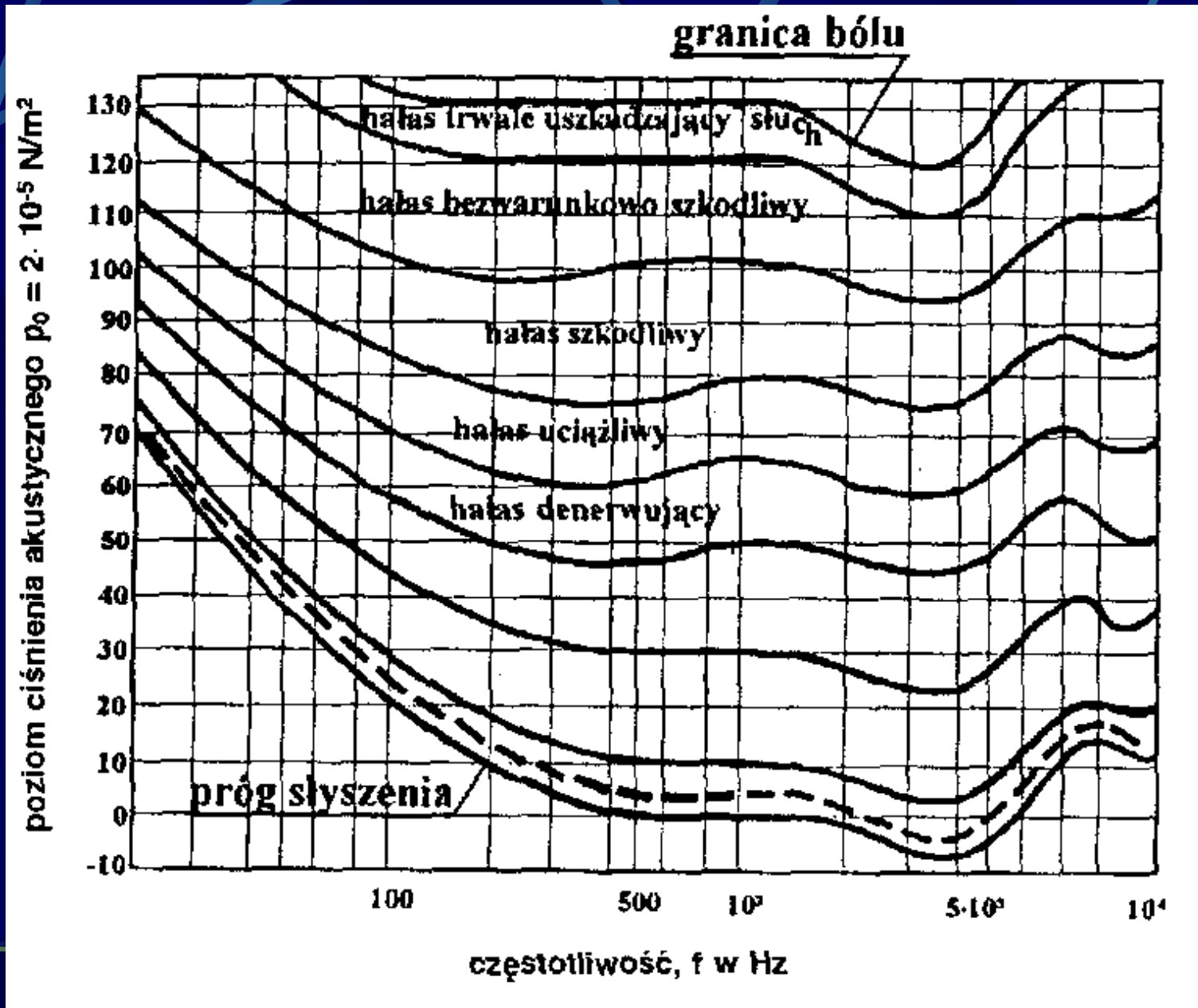
Reakcja organizmu na drgania



Hałas

- Infradźwięki (2 – 20Hz)
 - PN-86/N-01338. Hałas infradźwiękowy
- Ultradźwięki powyżej 20kHz
 - PN-86/N-01321. Hałas ultradźwiękowy
- Słyszalny (20Hz-20kHz), metody zwalczania:
 - Technicznie aktywne: użycie dodatkowych źródeł energii
 - Ochrony osobistej: wkładki do przewodu usznego, nauszники, hełmy
 - U źródła emisji: łożyska, silniki, przekładanie, zrzuty mediów
 - Na drodze propagacji: adaptacja akustyczna pomieszczeń, ekrany, obudowy
 - U odbiorcy: kabiny
 - Prawno-organizacyjne: usytuowanie budynku w przestrzeni, lokalizacja poszczególnych pomieszczeń ze względów wymagań akustycznych, rozmieszczenie źródeł hałasu w oparciu o: ich charakterystykę kierunkową, geometrię pomieszczenia, jego chłonność i inne parametry, kontrola czasu pracy, ograniczenia, nakazy i zakazy

Strefy działania hałasu



Pyły

- Ocena higieniczną narażenia człowieka na działanie pyłu przeprowadza się w oparciu o podział, który bierze pod uwagę właściwości jego działania. Wyróżnia się pyły o działaniu :
 - zwłókniającym (pylico twórczym), są to pyły pochodzenia mineralnego zawierające krystaliczny dwutlenek krzemu (krystaliczna krzemionka) w postaci: kwarcu, krystobalitu, trydymitu oraz pyły krzemianów (azbest, mika, talk i spłąt polny),
 - drażniącym - pochodzące z nierozpuszczalnych ciał stałych np.: korund, szkło itp., ponadto pyły niektórych metali i ich tlenków, pyły organiczne i tworzyw sztucznych,
 - alergizującym - pochodzenia organicznego takie jak: bawełna, len, tytoń, zboże, siano i nieorganicznego wielu substancji chemicznych ta-kich jak: leki, tworzywa sztuczne itd.,
 - toksycznym - np.: związki ołowiu, miedzi, wanadu i in.,
 - kancerogennym takie jak: nikiel, arsen, chrom, kobalt, uran,
 - radioaktywnym - pierwiastki promieniotwórcze,
 - chromatograficznym - np.: rtęć żelazo, miedź,
 - infekcyjnym, jeżeli pył zawiera bakterie, grzyby, pasożyty lub pleśń.

Substancje toksyczne

- I grupa o działaniu szybkim (5-30'), ostrym lub progowym, a efekcie:
 - drażniącym (zwłaszcza postaci gazowe np.: amoniak, chlor, tlenki azotu, fosforan, chlorowodór, aldehyd mrówkowy, pięciotlenek wanadu),
 - narkotycznym - działające zwłaszcza na system nerwowy (dwusiarczek węgla, szereg związków pochodnych benzenu),
 - kumulatywnym - ujemny skutek biologiczny powstaje w wyniku kumulowania się wchłanianych każdorazowo małych dawek (w przyp. ołowiu, rtęci, manganu, nitrobenzenu, aniliny)
- II grupa o efekcie duszącym - powodujące głód tlenowy (CO, który blokuje drogi przenoszenia tlenu z płuc do tkanek),
- III grupa o efekcie kancerogennym (w przyp. benzydyny, betanaftyloaminy, nitrozodwumetyloaminy, betapropriolaktanu i produktów rozpadu teflonu).

Ocena działania substancji toksycznych

- NDS - Najwyższe Dopuszczalne Stężenia substancji toksycznych, które określają najwyższe stężenie substancji w powietrzu stanowiska pracy ustalone jako wartości średnie ważone, których oddziaływanie na pracownika w ciągu godzin pracy w odniesieniu do całej jego aktywności zawodowej nie powinny spowodować niekorzystnych zmian w stanie jego zdrowia i jego przyszłych pokoleń,
- DSCh - Dopuszczalne Stężenie Chwilowe danej substancji - najwyższe, ale występujące w powietrzu na stanowisku pracy przez okres 30 minut,
- DSB - Dopuszczalne Stężenie Biologiczne - o dużo niższych wartościach niż NDS-y, określa najwyższe dopuszczalne substancje szkodliwe, oznaczone w materiale biologicznym (mocz, krew, włosy - rtęć, kadm, ołów, arsen, chlor, selen).

Sylwetka człowieka

- 182 cechy antropometryczne
- 4 typy budowy ciała człowieka:
 - *pykniczny* (krępy), charakteryzujący się: szeroką i krótką głową oraz szyją, prostymi, wysuniętymi do przodu ramionami, beczkowatym, otłuszczonym tułowiem, krótkimi kończynami górnymi i dolnymi, delikatnymi i kształtnymi dłońmi i stopami, małymi, głęboko osadzonymi oczami
 - *leptosomiczny* (szczupły) - owalna głowa o wydłużonej części środkowej twarzy, nos cienki, szyja długa, cienkie, słabo umięśnione kończyny, płaski tułów i klatka piersiowa *atletyczny* - głowa owalna (w kształcie jaja), silnie rozwinięty układ kostnomięśniowy, szyja długa i mocna, ramiona szerokie, klatka piersiowa wypukła, grube kości i skóra,
 - *dysplastyczny*, który obejmuje grupy:
 - eunochoidów: nadmierny wzrost, silnie owłosiona głowa o kształcie wieżowatym, szerokie biodra,
 - eunochidów z otłuszczeniem: policzków, szyi i żołądka; o twarzach rozdętych, krótkich nosach,
 - infantylnych i niedorozwiniętych, charakteryzujących się proporcjami dziecięcymi, z niedorozwojem tułowia.

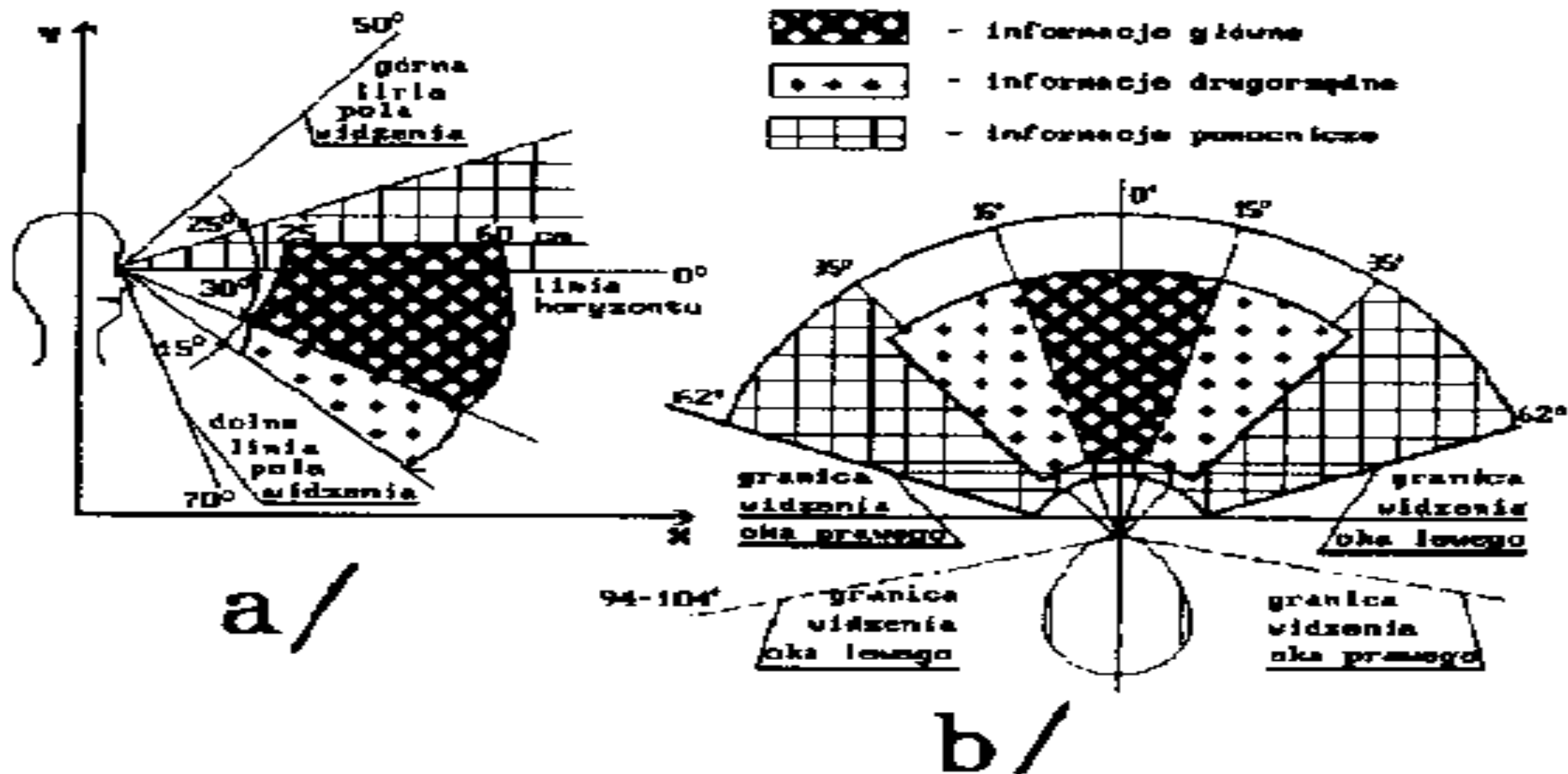
Projektowanie stanowiska pracy

- Podział obszaru pracy na:
 - teoretyczny, który wyznaczany jest zasięgiem rąk pracownika, bez zmiany jego pozycji ciała i miejsca,
 - rzeczywisty - wyznacza go zasięg rąk przy ruchu tułowia.
- Strefy pracy:
 - I optymalna, która może być wyznaczona z zasięgu normalnego wspólnego dla obu rąk,
 - II dopuszczalna, określona przez zasięg maksymalny, wspólny dla obu rąk,
 - III dopuszczalna dla prac wykonywanych przez każdą rękę z osobna,
 - IV możliwa lecz nie zalecana, wyznaczona przez zasięg maksymalny dla każdej ręki oddzielnie.
- Czynności dopuszczalne do wykonywania w strefie:
 - I czynności precyzyjne, ruchy podstawowe,
 - II czynności mniej precyzyjne, ruchy podstawowe,
 - III ruchy pomocnicze,
 - IV ruchy pomocnicze o małej częstości występowania.

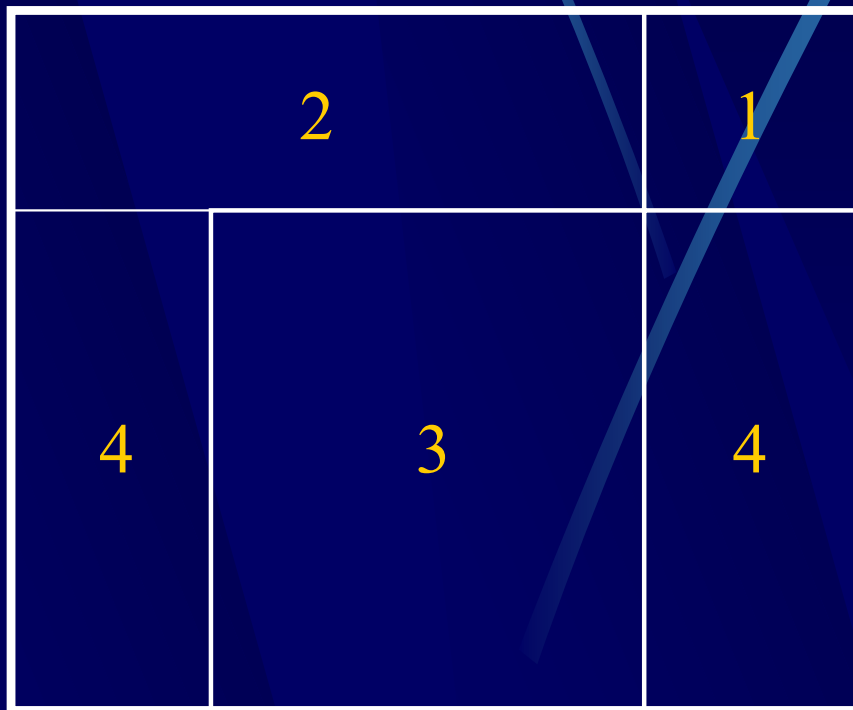
Struktura przestrzenna stanowisk pracy

- zapewnić bezpieczną i wygodną pracę dla 90% populacji użytkowników,
- być dostosowana do ich ekstremalnych cech wymiarowych,
- umożliwiać dopasowanie niektórych parametrów przestrzennych stanowiska do indywidualnych potrzeb użytkowników, wprowadzając możliwość regulacji,
- uniemożliwiać powstawanie zagrożeń wypadkowych i szkodliwych dla zdrowia
- zapewniać swobodę ruchów,
- zapewnić minimalny koszt biologiczny podczas wysiłku pracownika,
- zapewniać dobre warunki widoczności procesu pracy i otoczenia.

Rozmieszczenie urządzeń informacyjnych



Rozmieszczenie urządzeń sterujących



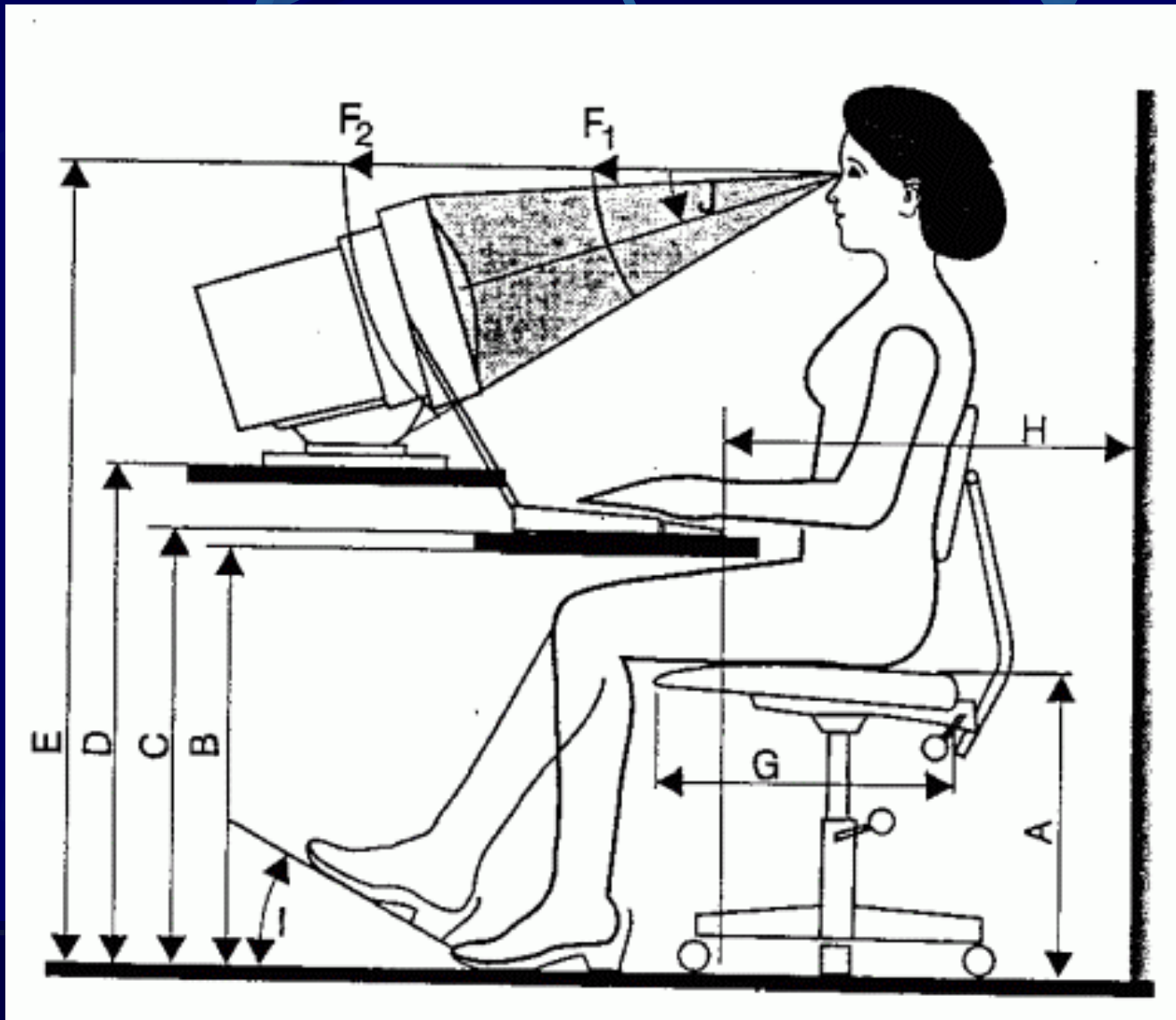
1- wył. zasilania

2 – urządzenia sygnalizacyjne, inf. główne

3 – urządzenia sterujące ważne

4 – urządzenia sterujące pomocnicze

Stanowisko komputerowe - rysunek



A: 40 – 50 cm

B: 52 – 67 cm

C: 57 – 75 cm

D: 69 – 93 cm

E: 109 – 133 cm

F₁+F₂: 40 – 70 cm

G: 40 – 45 cm

H: min. 82 cm

I: 0 – 15°

J: 20 – 50°

Ergonomiczne stanowisko komputerowe - 1

- **Ergonomiczne stanowisko pracy powinno charakteryzować się:**
 - uniwersalnością i elastycznością, tj. możliwością wykonywania na stanowisku wielu zadań;
 - możliwością dostosowania do indywidualnej sylwetki i potrzeb użytkownika;
 - możliwością zmiany pozycji;
 - przekazywaniem informacji użytkownikowi nt. ustawienia i organizacji pracy na stanowisku (czyni to właśnie ta tablica);
 - łatwością konserwacji i utrzymywaniem w stanie gotowości eksploatacyjnej (proszę, pozostaw stanowisko w stanie w jakim je zastałeś lub bardziej zadbanym).
- **Ekran:** ciekłokrystaliczny (LCD) ustawiony tak, aby był w odległości od 40 do 70 cm i 20° - 50° poniżej linii wzroku, przy czym płaszczyzna wyświetlacza powinna być prostopadła do twarzy. Ustawienie ekranu powinno umożliwić wyeliminowanie odblasków na ekranie oraz wygodną, bez pochylania głowy, obserwację ekranu.
- **KLAWIATURA I MYSZ:** bezprzewodowe, co ma umożliwić łatwą zmianę usytuowania klawiatury. W biurku przygotowano specjalną szufladę na klawiaturę i na mysz. W pisaniu na klawiaturze istotne jest, aby nadgarstki miały cały czas wsparcie na przednim wsporniku „dla odpoczynku dłoni” a także żelowej podkładce pod mysz. Odpowiednio wyregulowane podłokietniki krzesła dają wsparcie przedramionom w trakcie pisania zmniejszając napięcie mięśniowe obręczy barkowej.

Ergonomiczne stanowisko komputerowe - 2

- **JEDNOSTKA CENTRALNA:** ustawiona na blacie umożliwia łatwy dostęp do napędów, włącznika i gniazd bez konieczności schylania się. Dodatkową izolację przed *drganiami mechanicznymi* wytwarzanymi przez pracujący wiatrak komputera, a mogącymi przenosić się na blat stołu, zapewnia filc.
- **STÓŁ:** ma blat o wymiarach 160 x 120 cm i możliwość regulacji wysokości w zakresie 68 do 76 cm co w połączeniu z regulacją wysokości krzesła umożliwia dostosowanie stanowiska do wzrostu pracującej na nim osoby. Na blacie usytuowany jest ekran, jednostka centralna i skaner a zaprojektowany zapas powierzchni powinien być wystarczający dla pracy z notatkami, książkami, itp. Stół wyposażony jest w szufladę na klawiaturę i mysz.
- **PODNÓŻEK** ma za zadanie utrzymanie naturalnego kąta nachylenia stóp w pozycji siedzącej, umożliwia relatywne zmniejszenie wysokości stanowiska pracy – osoba niska może dzięki podnóżkowi ustawić siedzisko fotela ok. 6 cm wyżej i wygodnie oprzeć stopy na antypoślizgowej powierzchni.

Ergonomiczne stanowisko komputerowe - 3

- **KRZESŁO:** obrotowe na stanowisku posiada stabilną konstrukcję oraz możliwość regulacji wysokości siedziska i podłokietników. Urządzenie blokujące w dźwigni pozwala na aktywną regulację pochylecia oparcia i jego blokowanie w wybranym ułożeniu. Oparcie zostało ukształtowane zgodnie z naturalnym wygięciem kręgosłupa, zaś wykonanie z siatki zapewnia odpowiednią wentylację pleców. Każdorazowo osoba powinna dostosować ustawienie krzesła w ten sposób, aby w jak największej liczbie miejsc ciało znajdowało podparcie (siedzisko, oparcie, podłokietniki, podnózek). Częste zmiany pozycji na krześle zmniejszają statyczne obciążenie układu mięśniowo – szkieletowego.
- **OŚWIETLENIE** stanowiska jest trojakiiego rodzaju: naturalne, ogólne i miejscowe. Naturalne światło słoneczne zapewniają dwa okna, światło może być regulowane za pomocą żaluzji. Ogólne oświetlenie zapewniają świetlówki, które zużywają niewiele energii, emitują w zależności od typu światło zbliżone do dziennego, jednak o nieciągłym spektrum barwy i migoczą z bezwładnością ok. 30 Hz a efekt stroboskopowy może powodować zmęczenie wzroku. Oświetlenie miejscowe zapewnia lampa żarowa o cieplejszej barwie, na regulowanym ramieniu. Powinna być tak ustawiona, aby nie raziła pracującego a światło nie odbijało się od ekranu.

Ergonomiczne stanowisko komputerowe - 4

- **HAŁAS:** Źródłem hałasu na stanowisku są: wiatraki chłodzące pracujących komputerów, stuk klawiatur i mechanizmów stacji dysków, przemieszczające się i rozmawiające osoby. W niewielkim stopniu hałas dobiega z ulicy, duże okresowe wzrosty hałasu notuje się w trakcie przechodzenia grup studentów korytarzem (otwarte drzwi pomieszczenia). Zalecany poziom hałasu dla prac o dużym stopniu trudności, mierzony w zakresie A (słyszalności człowieka) powinien być poniżej 45-50 dB. Zmierzony, minimalny poziom hałasu w sali wynosił odpowiednio: 52 dB dla zakresu słyszalności A i 58 – 62 dB dla całego zakresu pomiaru. Nadmierny hałas działa negatywnie na wydajność człowieka, w zakresie 35 – 70 dB powoduje zmęczenie układu nerwowego, obniża czułość wzroku, utrudnia porozumiewanie się.
- **MIKROKLIMAT** wpływa bezpośrednio na samopoczucie na stanowisku pracy. Temperatura powinna wynosić zimą 20 – 24⁰C, zaś latem 23 – 26⁰C, wilgotność względna 40 – 80 %, przy czym im wyższa temperatura, tym wilgotność niższa. Odpowiedni mikroklimat można zapewnić używając urządzeń klimatyzacyjnych a przy ich braku – wietrząc pomieszczenie. Pracujące monitory CRT i komputery jonizują powietrze. Istotna jest także czystość podłóg i mebli, ponieważ wzbudzany ruchem kurz powoduje wzrost szkodliwego dla dróg oddechowych zapylenia.
- **PROFILAKTYKA PRACY** Zdrowa praca na stanowisku komputerowym wymaga od operatora przestrzegania zasad bhp i dołożenia osobistych starań w celu zmniejszenia monotypowości i monotonności pracy oraz obciążenia statycznego mięśni. Można to osiągnąć m.in. przez: urozmaicanie pracy innymi czynnościami tak, aby nie zastygać w jednej pozycji zbyt długo i stosowanie przerw w pracy przeznaczonych na ćwiczenia relaksacyjne.

Dolegliwości przy pracy

Niewłaściwa postawa	Dolegliwości
Stanie w jednym miejscu	Podudzia, stopy (żylaki), odcinek lędźwiowy
Siedzenie bez podparcia grzbietu	Prostowniki grzbietu
Siedzenie za wysokie	Kolana, łydki
Siedzenie za niskie	Barki, szyja, odcinek lędźwiowy
Siedzenie bez podnóżka	Kolana, stopy, odcinek lędźwiowy
Tułów pochylony ku tyłowi	Odcinek lędźwiowy (degeneracja chrząstek)
Głowa nadmiernie pochylona	Odcinek szyjny (degeneracja chrząstek)
Ramiona wygięte ku przodowi, na boki lub ku górze	Odcinek szyjno-barkowy, staw ramienny, ramię
Nienaturalne chwytaki ręki	Przedramię, nadgarstek (zapalenie ścięgien)
Każda pozycja z przykurczem mięśni	Zaangażowane mięśnie