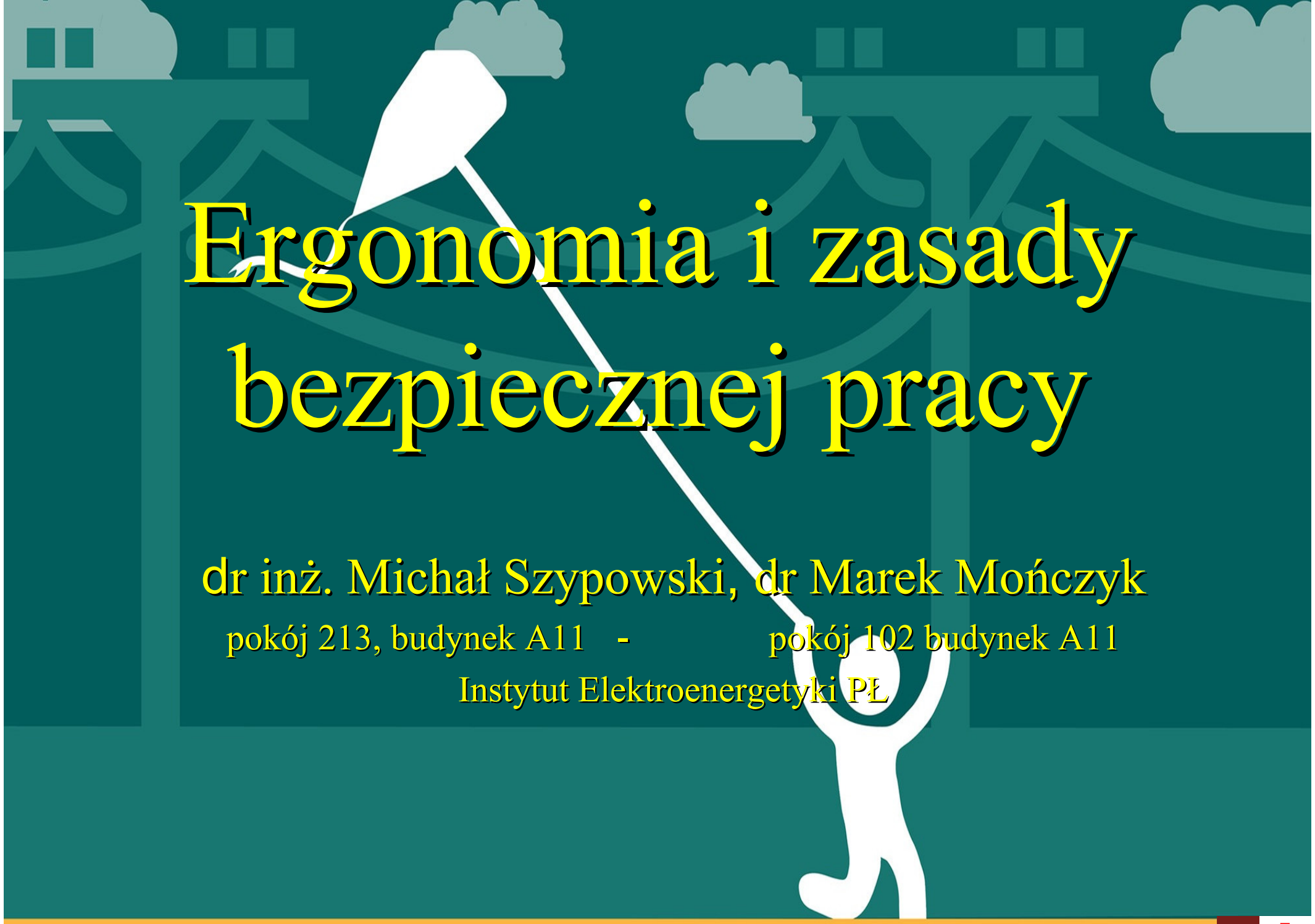


Ergonomia i zasady bezpiecznej pracy

dr inż. Michał Szypowski, dr Marek Mończyk

pokój 213, budynek A11 - pokój 102 budynek A11

Instytut Elektroenergetyki PŁ

http://shesconnectedblog.com/toronto-hydro-keep-kids-safe

Zaliczenie

- Na podstawie testu/kolokwium
- Przepisanie oceny otrzymanej w 2017 roku lub później

http://blog.benw.xyz/wp-content/uploads/2014/09/stockvault-school-test147826.jpg

Terminy zajęć w 2019/20 roku – sem. zimowy

Wykład	**1I**	**1H**
1	7.X	1.X
2	14.X	8.X
3	21.X	15.X
4	28.X	22.X
5	4.XI	29.X
6	13.XI	5.XI
7	18.XI	12.XI
8	25.XI	19.XI
Test	18.XI	12.XI
Test popr.	25.XI	19.XI

Wykład	**1J**	Wykład	**1J**
1	1.X	9	25.XI
2	8.X	10	pn 16-18
3	15.X	11	26.XI
4	22.X	12	17.XII
5	29.X	13	14.I
6	5.XI	14	21.I
7	12.XI	15	28.I
8	19.XI		
Test	21.I		
Test popr.	28.I		

Kolokwium poprawkowe: 2 w sesji zimowej

Terminy zajęć w 2019/20 roku – sem. letni

Studia stacjonarne, grupa 2B			
Wykład	Termin	Wykład	Termin
1	2.III	7	20.IV
2	9.III	8	27.IV
3	16.III	9	4.V
4	23.III	10	11.V
5	30.III	**Test**	4.V
6	6.IV	**Test popr.**	11.V

Studia niestacjonarne			
Grupa	2B	2H	4H
Wykład	Termin	Termin	Termin
1	26.IV	25.IV	25.IV
2	10.V	9.V	9.V
3	24.V	23.V	23.V
4	7.VI	6.VI	6.VI
5	21.VI	20.VI	20.VI
Test	**21.VI**	**20.VI**	**20.VI**
Test popr.	**27.VI 8.15 E2**		

Kolokwium popr.: 1.VII 18.15 E1* i 12.IX 8.15 E2*

* - termin i miejsce do potwierdzenia w czerwcu

Literatura

1. D. Koradecka [red.] „Bezpieczeństwo Pracy i Ergonomia”, Centralny Instytut Ochrony Pracy Warszawa 1997
2. www.ciop.pl (bhp ogólne i ergonomia)
3. H. Markiewicz “Instalacje elektryczne”, WNT Warszawa 2012
4. PN-HD 60364-4 “Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa”
5. www.bezel.com.pl (bezp. elektryczne)
6. Wykład: http://www.i15.p.lodz.pl/

Zakres materiału

- Ergonomia i obciążenie człowieka pracą
- Stanowisko pracy
- Czynniki materialne środowiska pracy
- Wpływ prądu elektrycznego na organizm człowieka
- Ochrona przeciwporażeniowa
- Wypadki przy pracy, choroby zawodowe szkolenia i służby BHP

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: praktyka od zawsze; teoria - przełom XIX/XX wieku; duży rozwój podczas II wojny światowej
- W jęz. ang. *„ergonomics”* lub *„human factors”*

Przedmiot i cele ergonomii

- Przedmiotem badań jest układ człowiek - maszyna - warunki materialnego otoczenia pracy - warunki pracy na stanowisku roboczym.
- Celem ergonomii jest humanistyczna i użytkowa optymalizacja elementów pracy przez dostosowanie ich do właściwości organizmu ludzkiego

Czynniki warunkujące jakość i ilość pracy

Zakres ergonomii

- Ergonomia pierwszej generacji (fizyczna):
  - badanie zjawisk percepcji,
  - zagadnienia antropometrii,
  - analiza i projektowanie pojedynczych wyizolowanych systemów: człowiek - obiekt techniczny
- Ergonomia drugiej generacji (poznawcza):
  - badanie procesów poznawczych i decyzyjnych człowieka (postrzeganie, zapamiętywanie, wnioskowanie i podejmowanie decyzji),
- Ergonomia trzeciej generacji (makroergonomia):
  - obejmuje analizę, projektowanie i ocenę systemów pracy z punktu widzenia organizacji i zarządzania

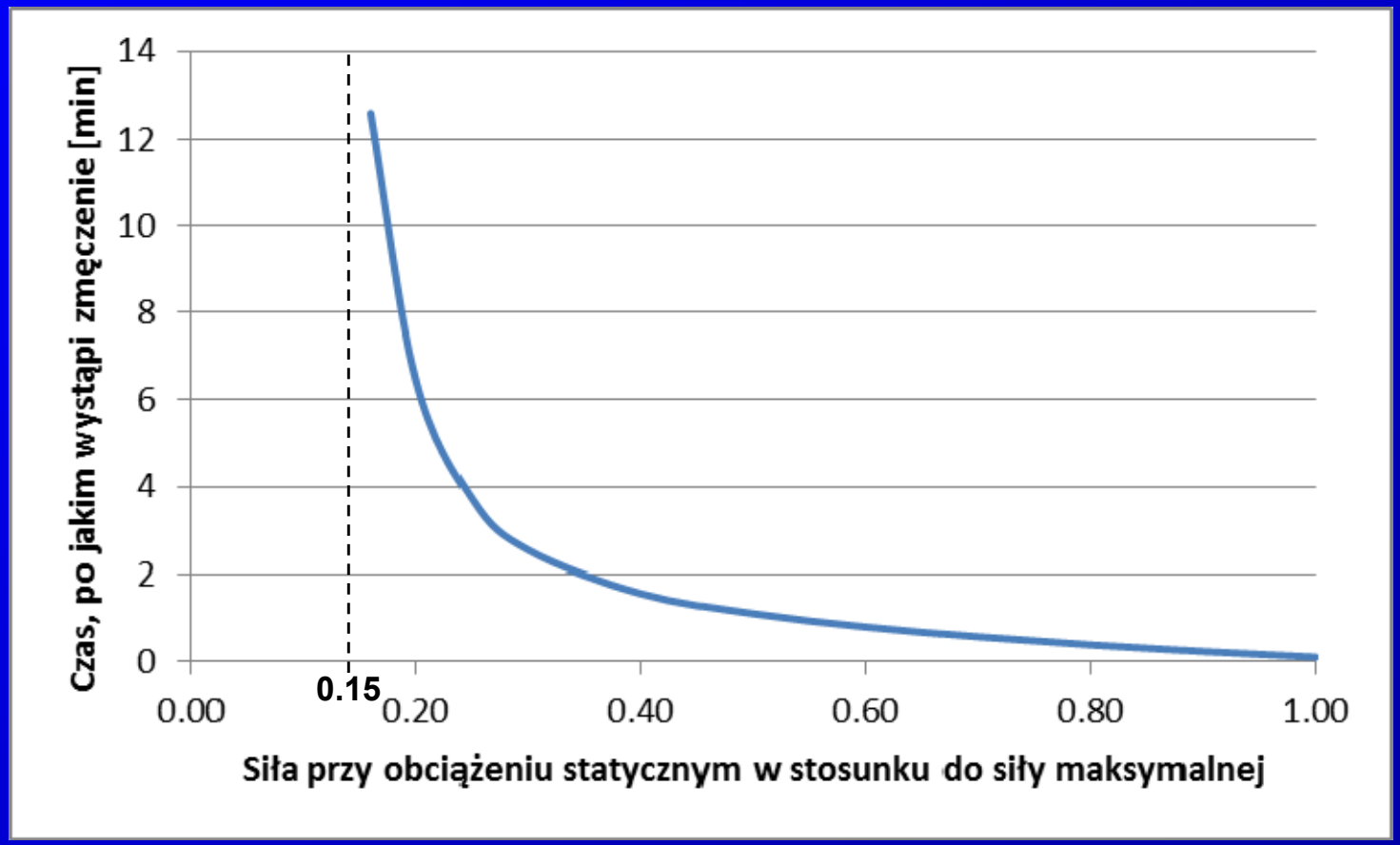
Obciążenie człowieka pracą

- Wynikające jedynie z obciążenia go samymi czynnościami roboczymi. Bez uwzględniania np. stosunków interpersonalnych.
- Zależne od rodzaju pracy, warunków środowiska, w którym proces pracy ma miejsce oraz od charakteru reakcji organizmu pracownika na te warunki.
- Praca:
  - **fizyczna**: statyczna i dynamiczna,
  - **umysłowa**.

Praca statyczna a dynamiczna

- Przy pracy dynamicznej naprzemiennie pracują dwie grupy mięśni: zginacze i prostowniki.
- Ułatwia to przepływ krwi i wymianę składników między krwią a mięśniami
- Przy pracy statycznej długotrwałe napięcie mięśnia powoduje ucisk na naczynia krwionośne i utrudnia przepływ krwi
- Pomimo małego zużycia energii w mięśniach powstaje dług tlenowy i występują przemiany beztlenowe – zakwaszenie mięśni
- Efektem jest znacznie szybsze zmęczenie mięśni

Zmęczenie przy pracy statycznej

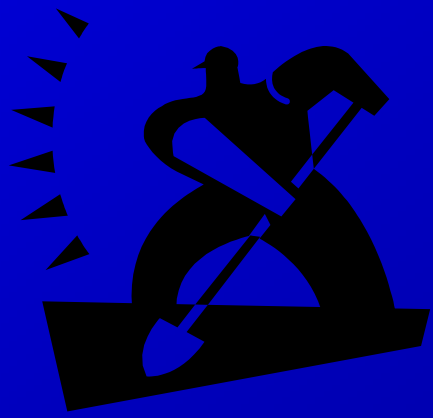


Uciążliwość pracy fizycznej

- Składniki
  - wielkość wydatku energetycznego (WE)
  - udział wysiłku o charakterze statycznym
  - stopień monotypowości ruchów.
- Ocena łączna w 5-cio stopniowej skali: bardzo lekka, lekka, średnia, ciężka, bardzo ciężka; dodatkowo z uwzględnieniem warunków środowiskowych

Określenie wydatku energetycznego

- Adekwatna tylko dla wysiłku dynamicznego:
  - pomiar wdychanego tlenu
  - pomiar wydychanego dwutlenku węgla
  - zliczanie uderzeń serca
  - metoda chronometrażowo-tabelaryczna



- Metody te pozwalają również określić:
  - stopień wytrenowania
  - wydolność fizyczną - zdolność organizmu do ciężkiej i długotrwałej pracy bez głębszych zmian w środowisku wewnętrznym, miarą wydolności jest zdolność pochłaniania tlenu przez organizm

Ocena obciążenia statycznego

- Określana w 3 stopniowej skali: małe, średnie lub duże.
- Do oceny przyjąć należy pozycję ciała o największym obciążeniu statycznym, jeżeli utrzymywana jest w czasie dłuższym niż 3 godziny w ciągu zmiany roboczej.
- Ocena obciążenia statycznego oparta jest na :
  - rodzaju przyjętej postawy ciała w trakcie wykonywanych czynności,
  - stopnia wymuszenia zajmowanej pozycji i pochylenia ciała,
  - możliwości zmiany przyjętej pozycji ciała,
  - położenia kończyn i ich czynności ruchowych,
  - podziału czasu pracy pracownika.

Ocena monotypowości ruchów roboczych

- Określana w 3 stopniowej skali: mała, średnia, duża.
- Metodą szacunkową. W analizie brane są pod uwagę:
  - stopień ograniczenia ruchowego,
  - liczba powtórzeń,
  - wielkość rozwijanych sił przez mięśnie używane w trakcie pracy.

Obciążenie psychiczne

- Obciążenie systemu neuropsychicznego człowieka. Również obciążenie emocjonalne i znudzenie.
- Dla zjawisk percepcyjnych (odbiór informacji) istotna jest ilość napływających informacji, ich złożoność, zmienność czy jednoznaczność.
- Przy podejmowaniu decyzji, gdy nie ma jednoznacznego przyporządkowania między sygnałem a reakcją, wysiłek psychiczny zależy od wagi podjętych decyzji.
- Obciążenie psychiczne może również występować przy pracy typowo fizycznej.

Określenie obciążenia psychicznego

- Obciążenie psychiczne zależy od:
  - wysiłku psychicznego (WP),
  - monotonii (M).
- Ocena obciążenia psychicznego (OP) wg 5 stopniowej skali (minimalne, małe, średnie, duże, bardzo duże):
  - dla M < WP OP = WP
  - dla M >= WP OP = WP + 1

Wysiłek psychiczny

- Wysiłek psychiczny zależy od:
  - ilości i charakteru informacji (złożoność, wyróżnianie, jednoznaczność),
  - ilości i charakteru decyzji (proste, złożone, waga, częstotliwość, presja czasu),
  - rodzaju wykonywanych czynności (położenie urządzeń, jednoczesność ruchów).
- Określenie wysiłku psychicznego (minimalny, mały, średni, duży, bardzo duży):
  - liczba wysyłanych informacji w jednostce czasu - analiza ilościowa,
  - liczba błędów - analiza jakościowa pracy,
  - czas reakcji,
  - w tzw. zadaniu dodatkowym.

Monotonia

- Rozwijający się powoli stan zredukowanej aktywności, który może być skutkiem długotrwałego wykonywania czynności jednostajnych
- Monotonia zależy od:
  - niezmienności (jednostajności) procesu pracy,
  - niezmienności warunków pracy i środowiska,
  - konieczności zachowania stałego napięcia uwagi (uniemożliwia nie związanie z pracą myślenie i spostrzeganie).
- Monotonia jest:
  - duża: występują wszystkie 3 z powyższych warunków,
  - średnia: występują 2 z powyższych warunków,
  - mała: występuje 1 z powyższych warunków.

Zmęczenie

- **Zmęczenie** jest to spadek zdolności do pracy, który rozwinął się podczas pracy i jest jej następstwem. Rozróżnia się następujące postacie zmęczenia:
  - **znużenie**, występujące przy nie dużym wysiłku, zwłaszcza w przyp. monotonii, monotypii i przy braku zaangażowania emocjonalnego,
  - **podostre**, występujące przy krótkotrwałym wysiłku o średnim stopniu obciążenia, nie zagraża zdrowiu, szybko ustępuje,
  - **ostre**, występujące po bardzo intensywnych a krótkich wysiłkach, przeważnie nie zagraża zdrowiu, dłuższy czas regeneracji
  - **przewlekłe**, jest wynikiem kumulowania się mniejszych zmęczeń, rozciągnięte jest w czasie (miesiące, lata), trudne do rozpoznania,
  - **wyczerpanie** - wysiłek przewyższa możliwości człowieka, typowe objawy to: drżenie mięśniowe, nudności, powiększenie wątroby, może zagrażać zdrowiu

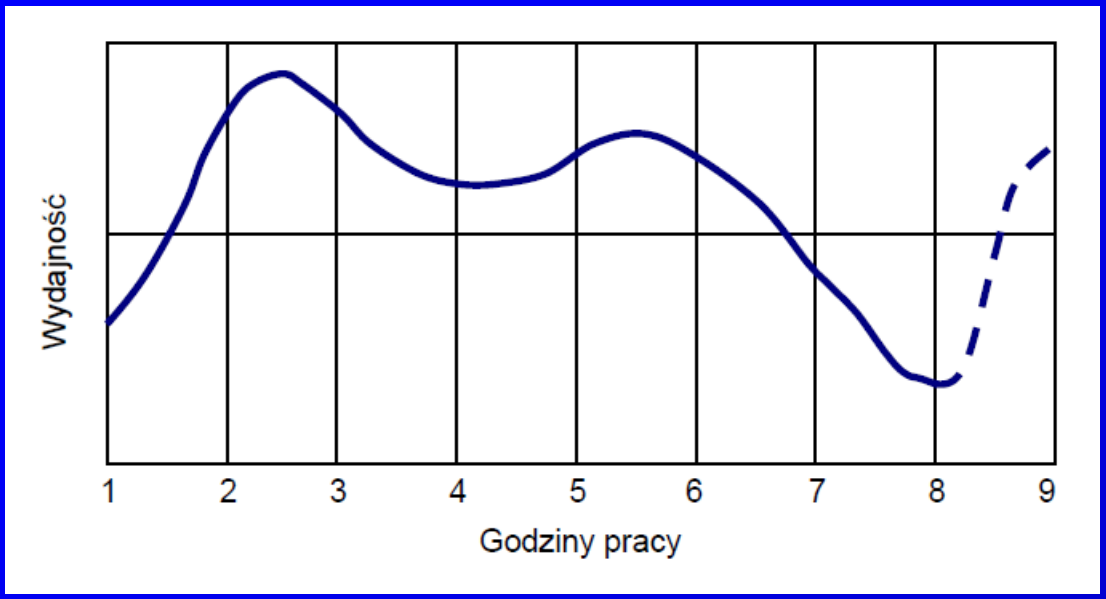
Skutki zmęczenia fizycznego

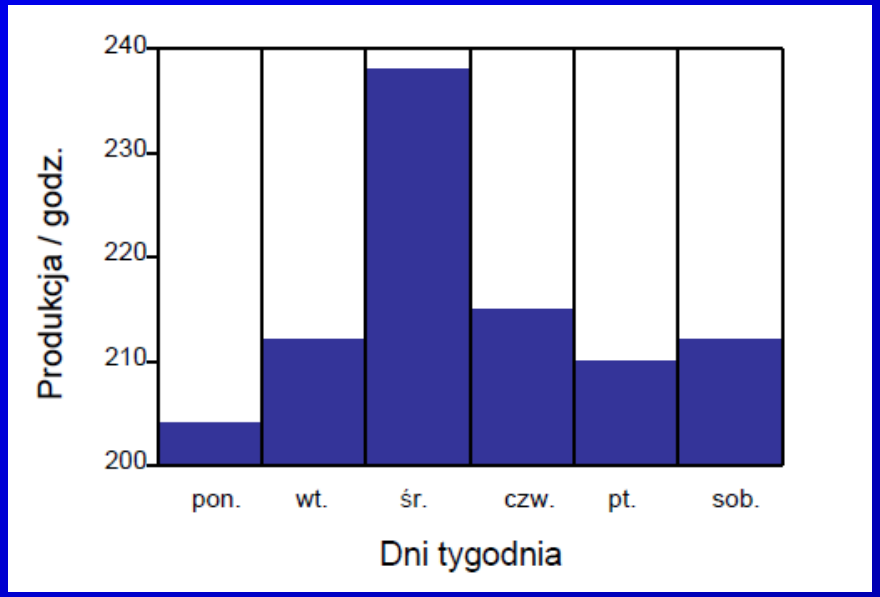
- Zmiany w układzie biochemicznym mięśnia,
- Wzrost produktów przemiany materii
- Wyczerpanie zapasów energetycznych organizmu
- Pocenie się (odwodnienie organizmu, utrata elektrolitów, co przypadku braku uzupełnienia znacznie przyspiesza rozwój zmęczenia)
- Pogorszenie koordynacji ruchowo-wzrokowej (spowolnienie ruchów, spadek sił mięśni i dokładności ruchu),
- **Spadek wydajności pracy** (wzrost liczby błędów, czasu reakcji)
- **Wzrost zagrożenia urazowego, wypadkowego, chorobowego**

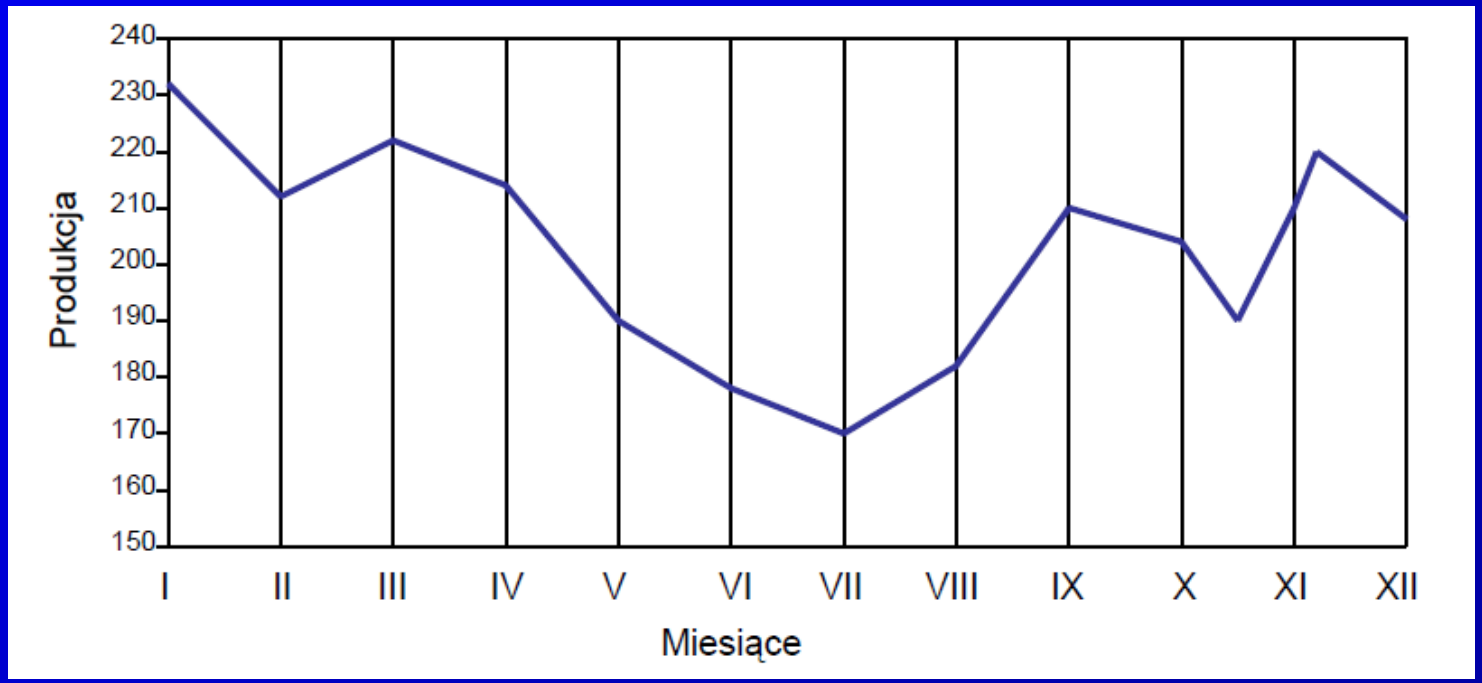
Skutki zmęczenia psychicznego

- Zmniejszenie stopnia koncentracji
- Utrudnione myślenie
- Spowolnienie i osłabienie postrzegania
- Spadek motywacji i energii organizacyjnej
- Zaburzenia emocjonalne (apatia lub rozdrażnienie)
- Nastawienie systemu nerwowego na odpoczynek (ziewanie, senność)
- **Spadek wydajności pracy** (wzrost: czasu reakcji, liczby błędów)
- **Wzrost zagrożenia urazowego, wypadkowego, chorobowego**

Efektywność pracy



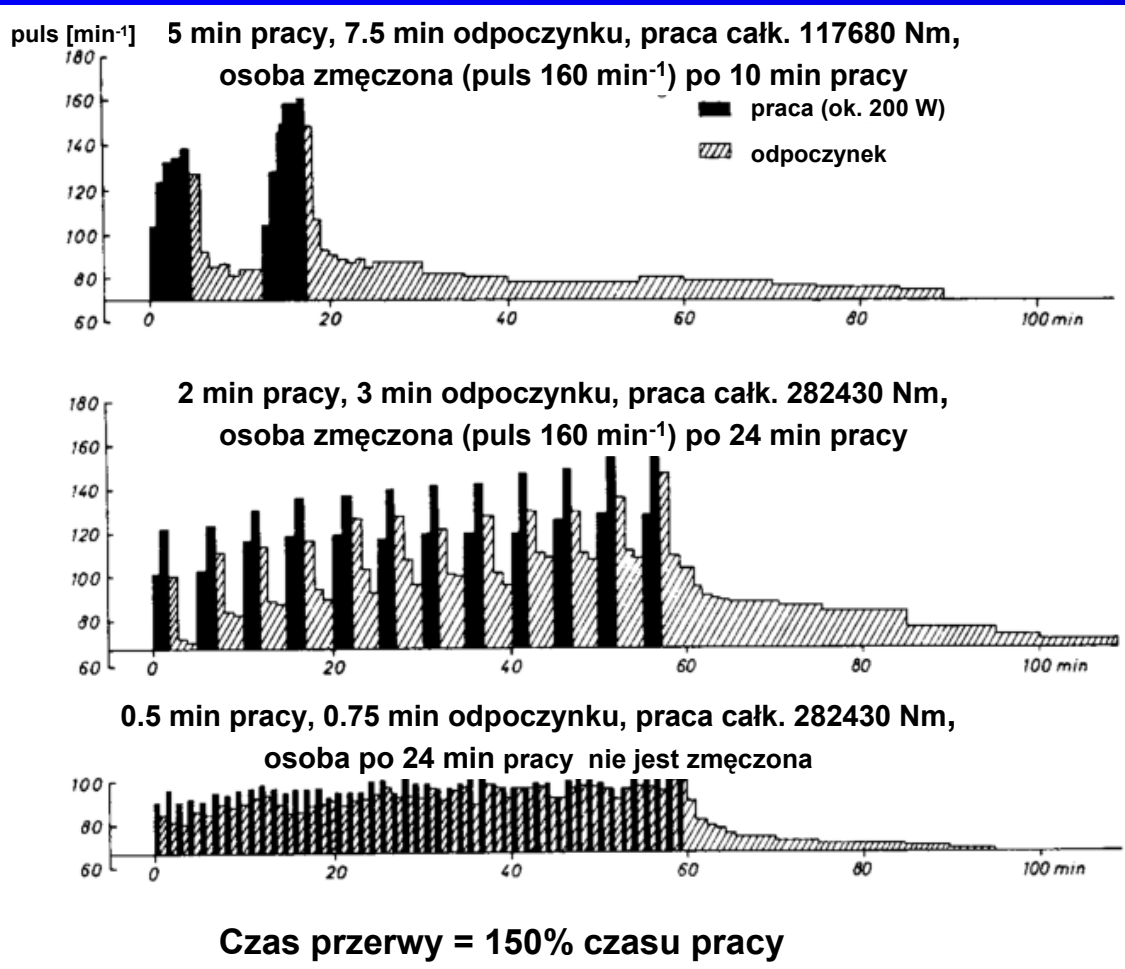




Efektywność pracy fizycznej

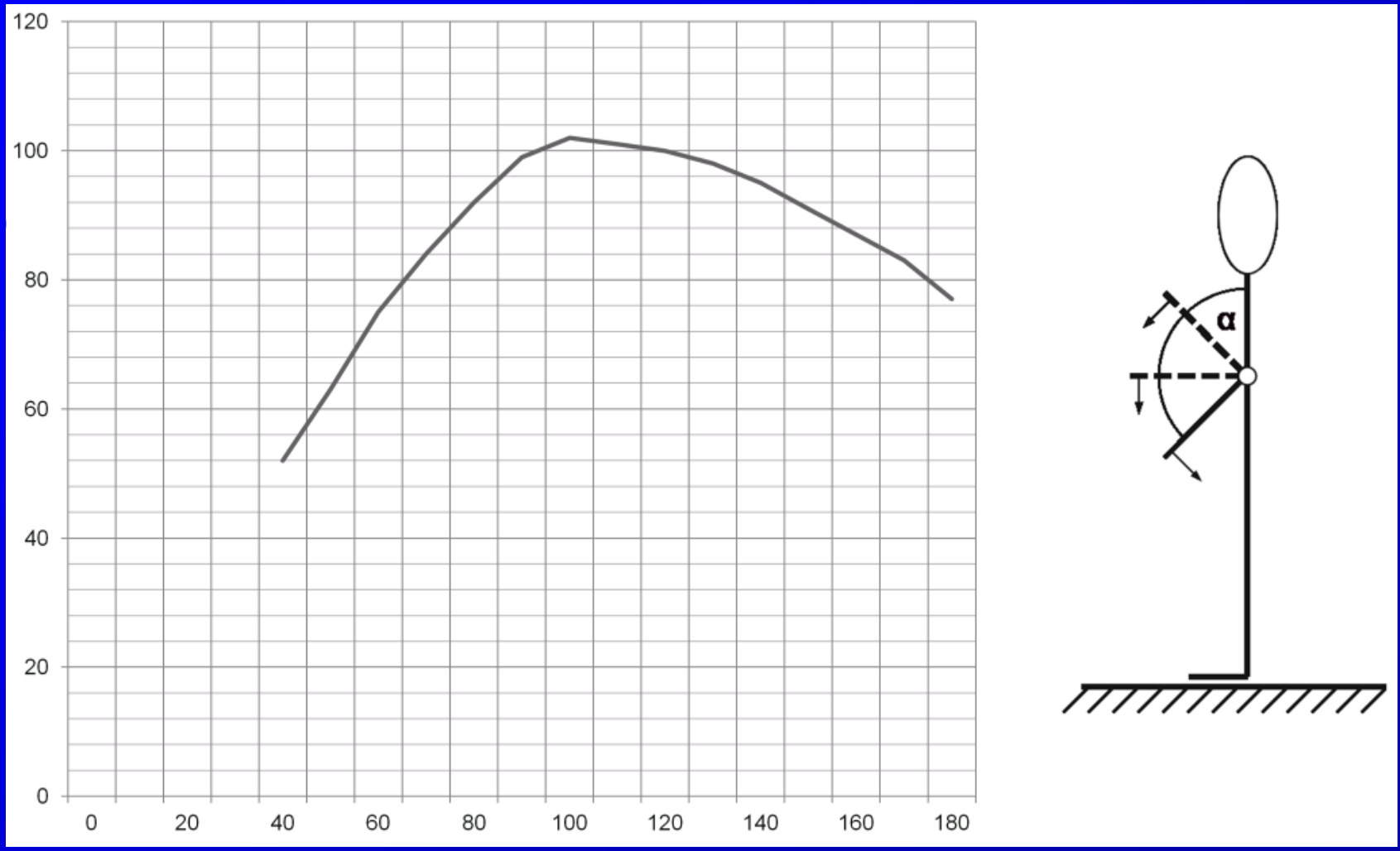
- Użycie grup mięśni pozwalających na maksymalne wykorzystanie siły
- Optymalna pozycja stawów
- Właściwy rytm pracy
- Minimalizacja pracy statycznej

Wpływ przerw na zmęczenie fizyczne



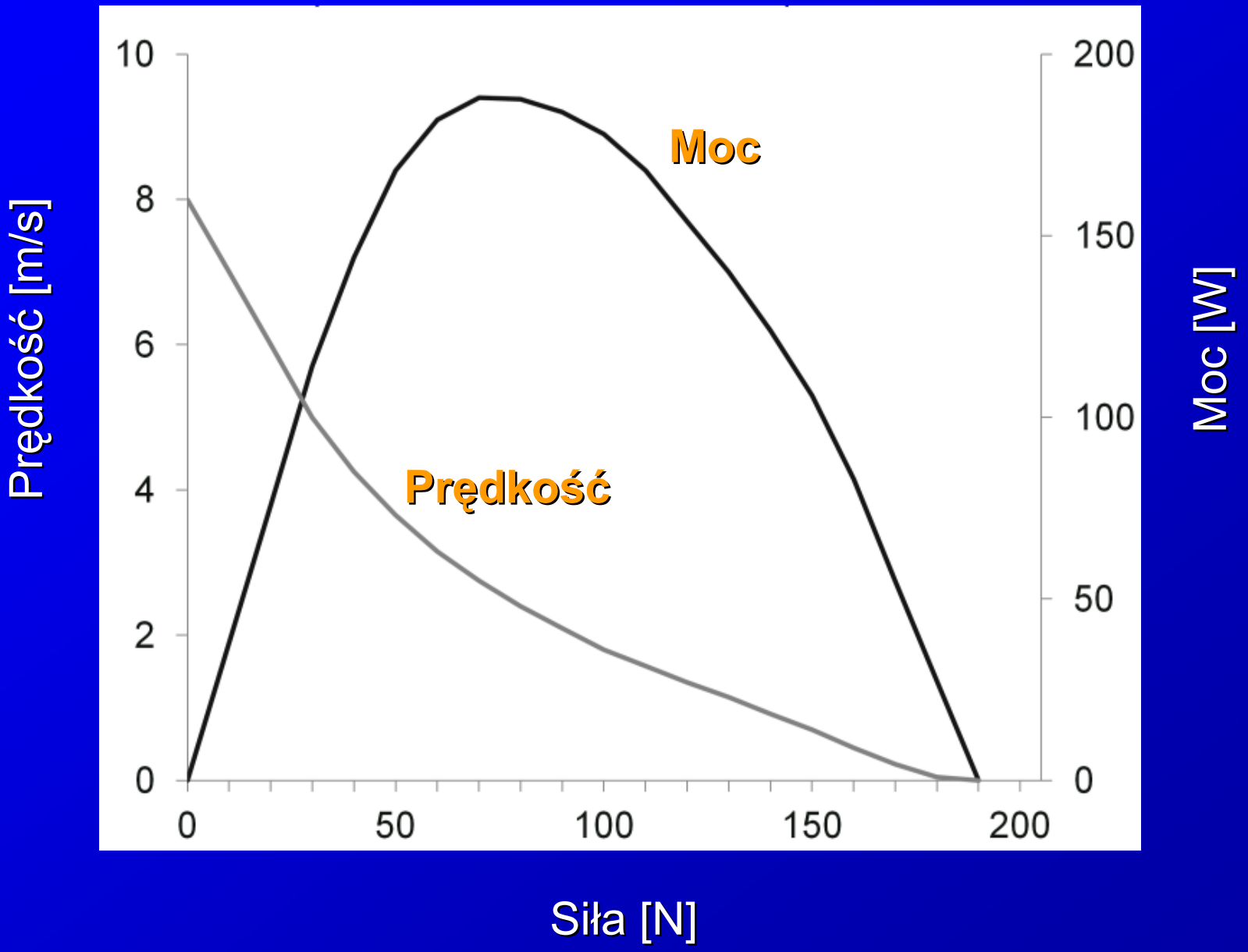
Optymalna pozycja stawu

Maksymalna siła zginająca w [%] w stosunku do kąta 90°



Kąt α [°]między przedramieniem a ramieniem

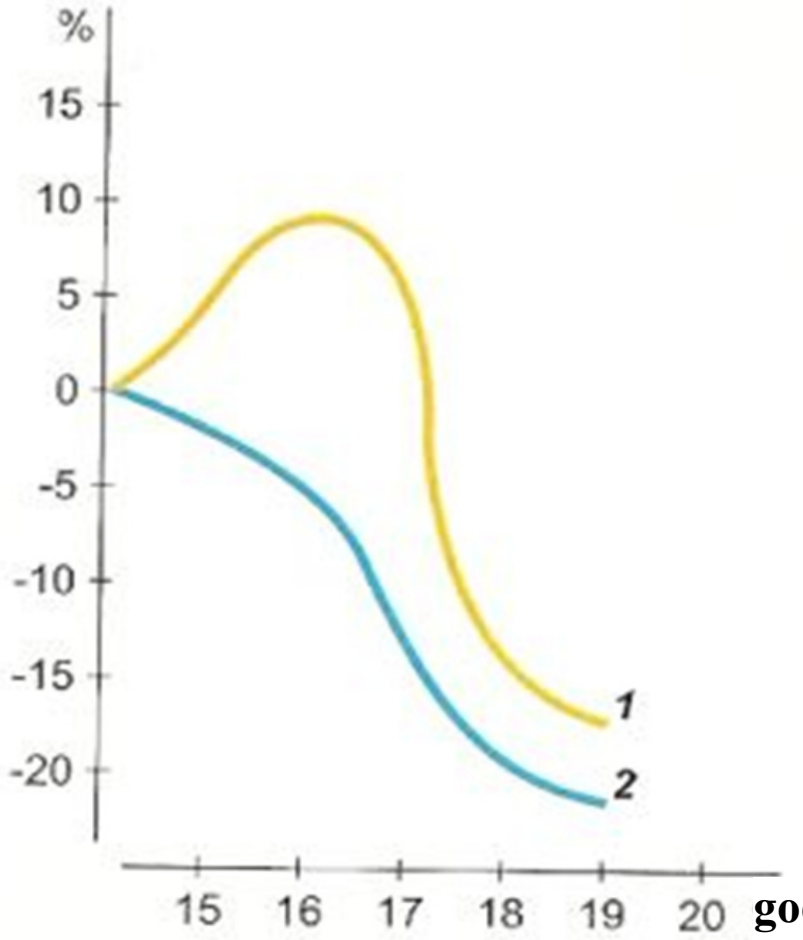
Zależność mocy od prędkości ruchu



Efektywność pracy umysłowej

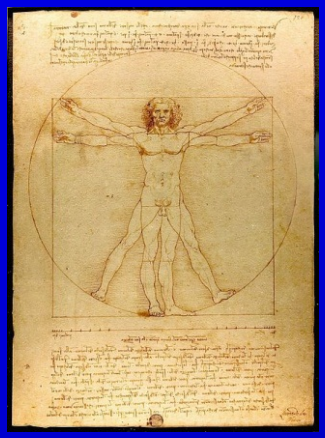
- Koncentracja
  - czynniki przeszkadzające (hałas, telefony)
  - organizacja pracy
  - motywacja
- Czynniki fizjologiczne: stan zdrowia, kondycja psychofizyczna, mikroklimat
- Przerwy: 45/15 min lub 10-12/2-3 min

Odpoczynek a praca umysłowa



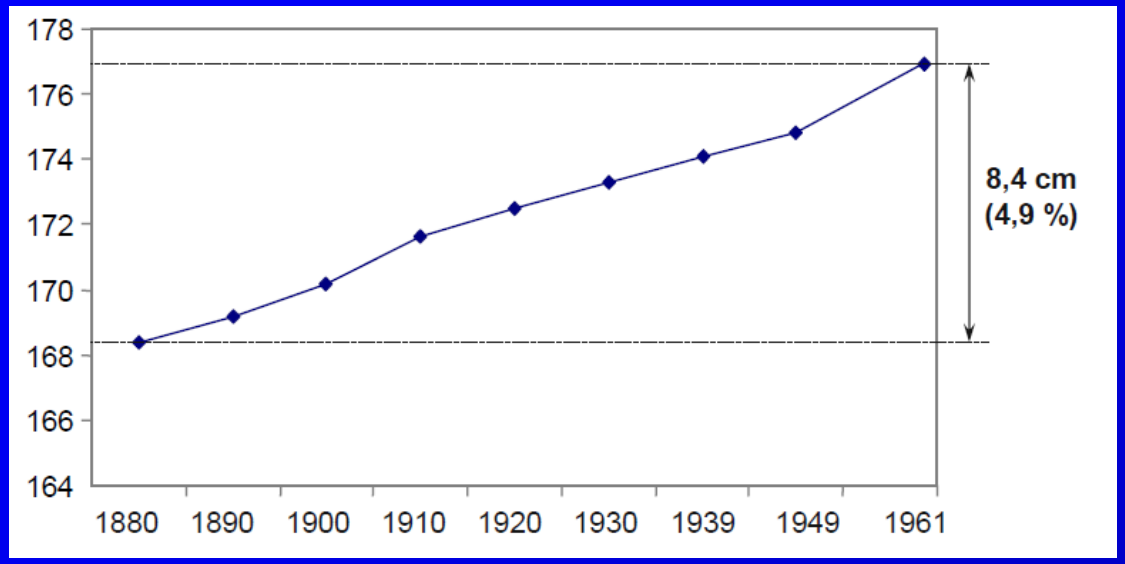
Zmiany wydajności pracy uczniów w zależności od formy wypoczynku:
1 – wypoczynek czynny
2 – wypoczynek bierny

Sylwetka człowieka



- 182 cechy **antropometryczne**
- 4 typy budowy ciała człowieka:
  - **pykniczny** (krępy) - szeroka i krótka głową oraz szyja, proste, wysunięte do przodu ramiona, beczkowaty, otłuszczony tułów, krótkie kończyny górne i dolne, delikatne i kształtne dłonie i stopy, małe, głęboko osadzone oczy
  - **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**: eunochoidy, eunochidy, infantylne i niedorozwinięte.

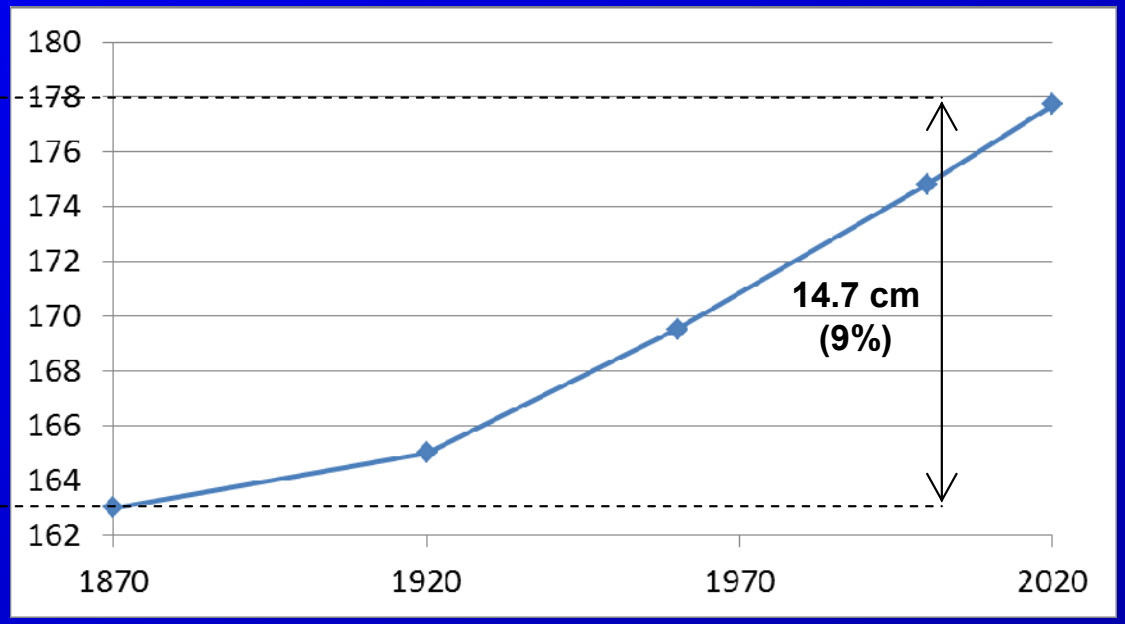
Zmiana wzrostu



Szwecja

Wzrost [cm]

Rok

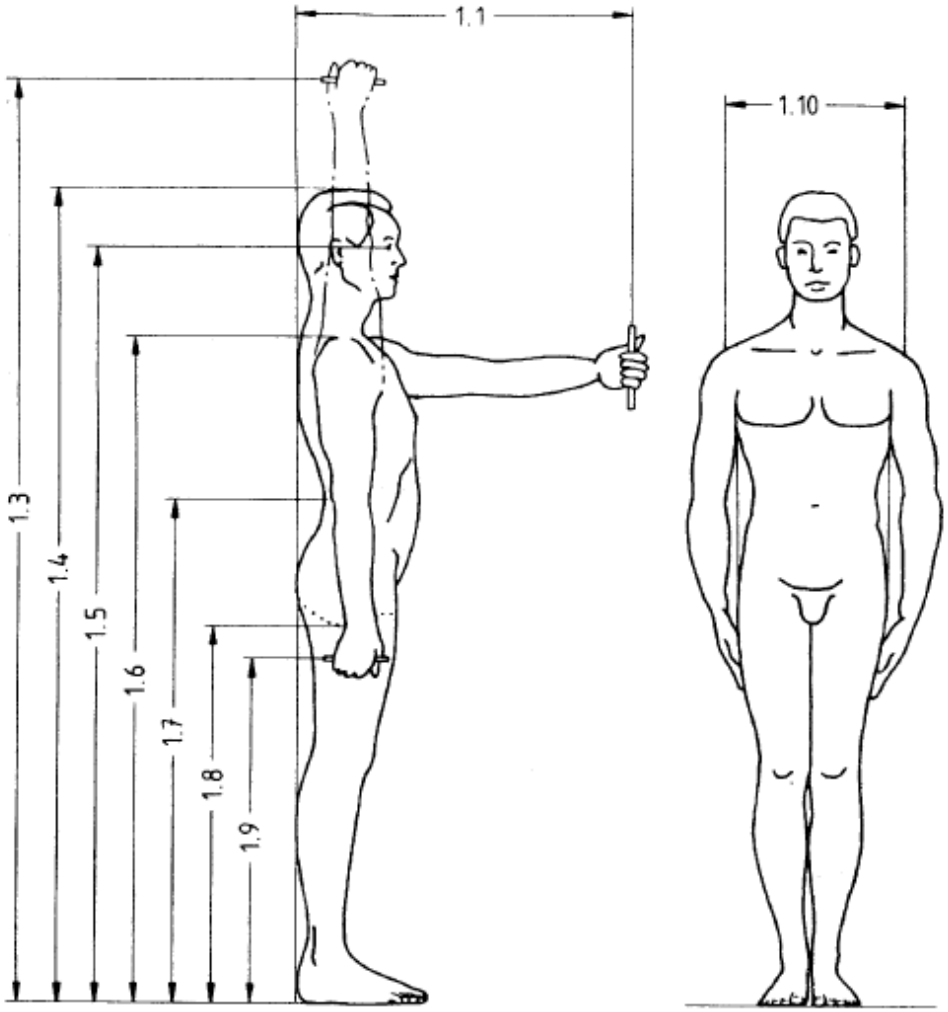


Polska - mężczyźni

Zróżnicowanie wzrostu w populacji [mm]

Percentyl	5	50	95
Mężczyźni	1629	1733	1841
Kobiety	1510	1619	1725
18-19 lat	1681	1789	1906
20-25 lat	1683	1788	1912
26-40 lat	1665	1764	1870
USA	1640	1755	1870
Francja	1600	1715	1830
Japonia	1560	1655	1750
Indonezja	1535	1640	1745

Wymiary ciała człowieka - Niemcy



	Wymiar	Percentyl				Zastosowanie
			5.	50.	95.	
1.4	**wysokość ciała**	f	1510	1619	1725	**drzwi**
		m	1629	1733	1841	
1.5	**wysokość oczu**	f	1402	1502	1596	**wskaźniki zadania wzrokowe**
		m	1509	1613	1721	
1.6	**wysokość ramion**	f	1234	1339	1436	**miejsca stojące rampy**
		m	1349	1445	1542	
1.7	**wysokość łokci**	f	957	1030	1100	**biurka, lady bary**
		m	1021	1096	1179	
1.9	**funkcjonalny zasięg rąk w dół**	f	664	738	803	**torby, walizki na kółkach**
		m	728	767	828	
1.1	**funkcjonalny zasięg rąk w przód**	f	616	690	762	**dźwignie, panele sterownicze**
		m	662	722	787	
1.10	**szerokość ramion**	f	323	355	388	**odstępy między prętami przegrody**
		m	367	398	428	

Średnie dla populacji 16 – 60 lat

Cele struktury przestrzennej stanowiska pracy

- Zapewnienie bezpiecznej i wygodnej pracę dla 90% populacji użytkowników.
- Dostosowanie do ich ekstremalnych cech wymiarowych.
- Umożliwienie dopasowania niektórych parametrów przestrzennych stanowiska do indywidualnych potrzeb użytkowników, wprowadzając możliwość regulacji.
- Uniemożliwienie powstawanie zagrożeń wypadkowych i szkodliwych dla zdrowia.
- Zapewnienie swobody ruchów.
- Zapewnienie minimalnego kosztu biologicznego podczas wysiłku pracownika.
- Zapewnienie dobrych warunków widoczności procesu pracy i otoczenia.

Projektowanie stanowiska pracy

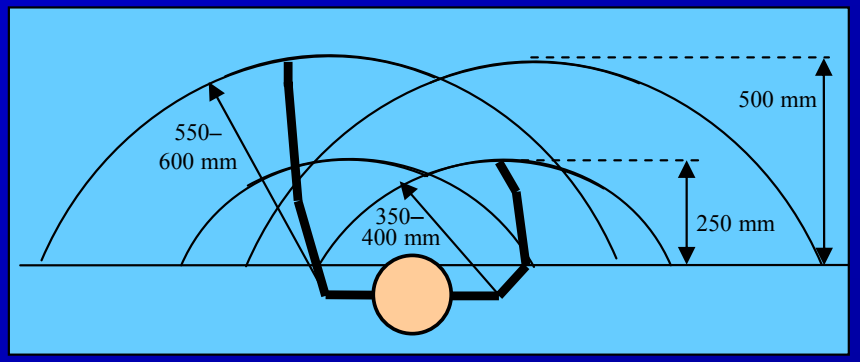
- Podział obszaru pracy na:
  - teoretyczny - wyznaczony zasięgiem rąk pracownika, bez zmiany jego pozycji ciała i miejsca,
  - rzeczywisty - wyznaczony zasięgiem rąk przy ruchu tułowia.
- Strefy pracy i czynności:

  I - optymalna, zasięg teoretyczny wspólny dla obu rąk, czynności precyzyjne, ruchy podstawowe,

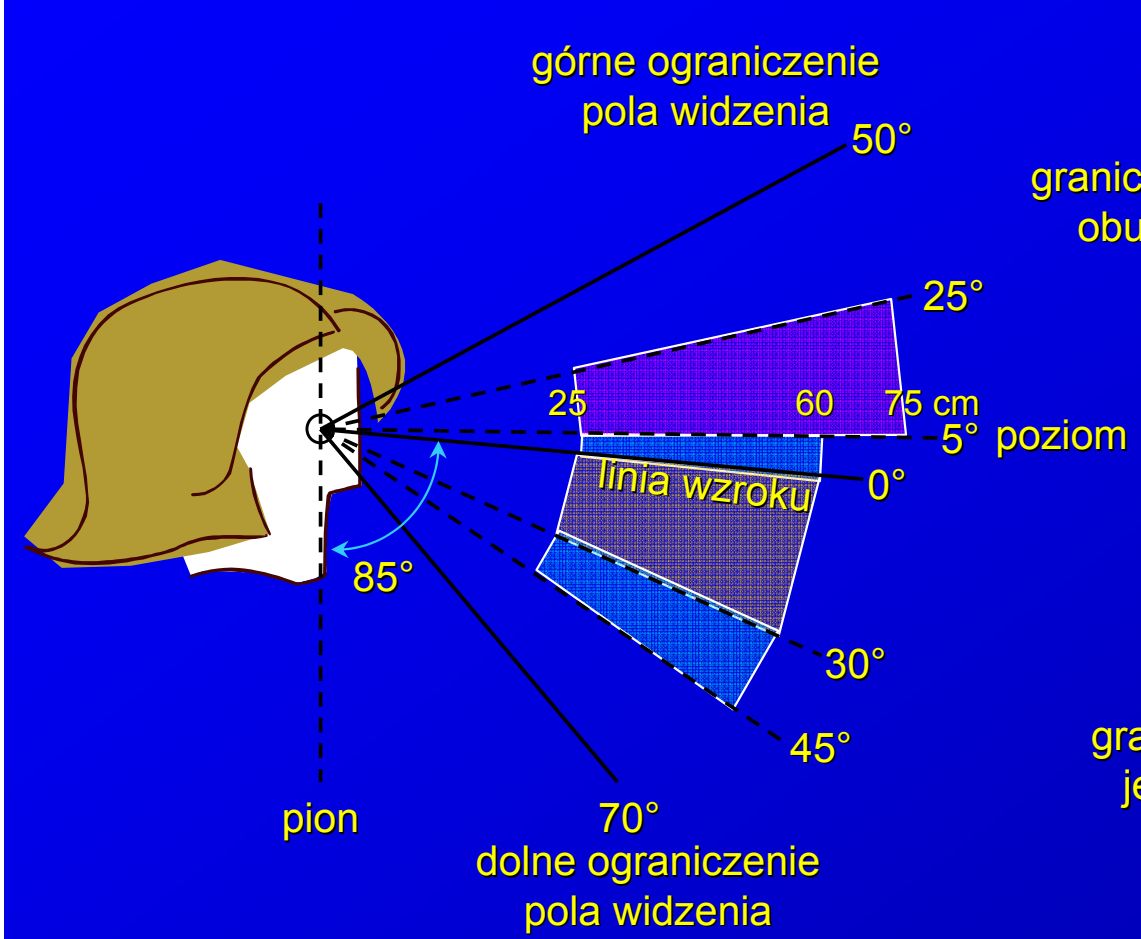
  II - dopuszczalna, zasięg rzeczywisty wspólny dla obu rąk, czynności mniej precyzyjne, ruchy podstawowe,

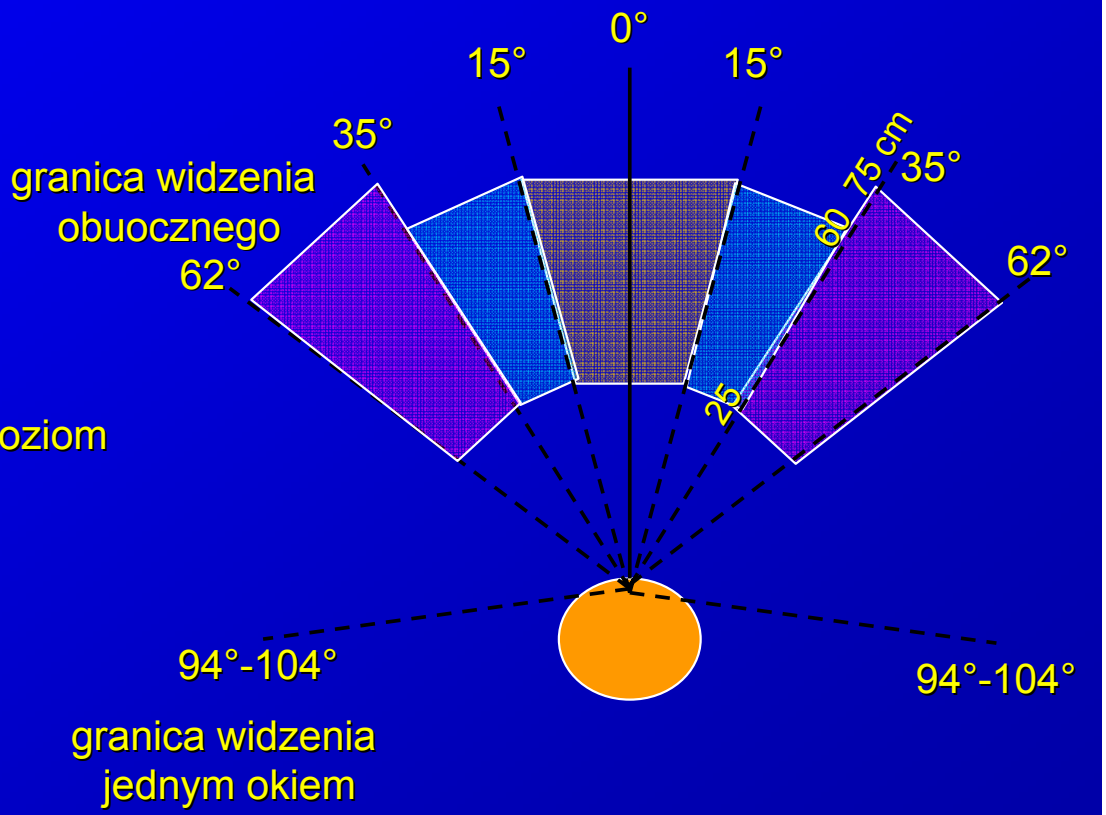
  III - dopuszczalna zasięg teoretyczny dla prac wykonywanych przez każdą rękę z osobna, ruchy pomocnicze,

  IV - możliwa lecz nie zalecana, wyznaczona przez zasięg maksymalny dla każdej ręki oddzielnie, ruchy pomocnicze o małej częstości występowania.



Rozmieszczenie urządzeń informacyjnych



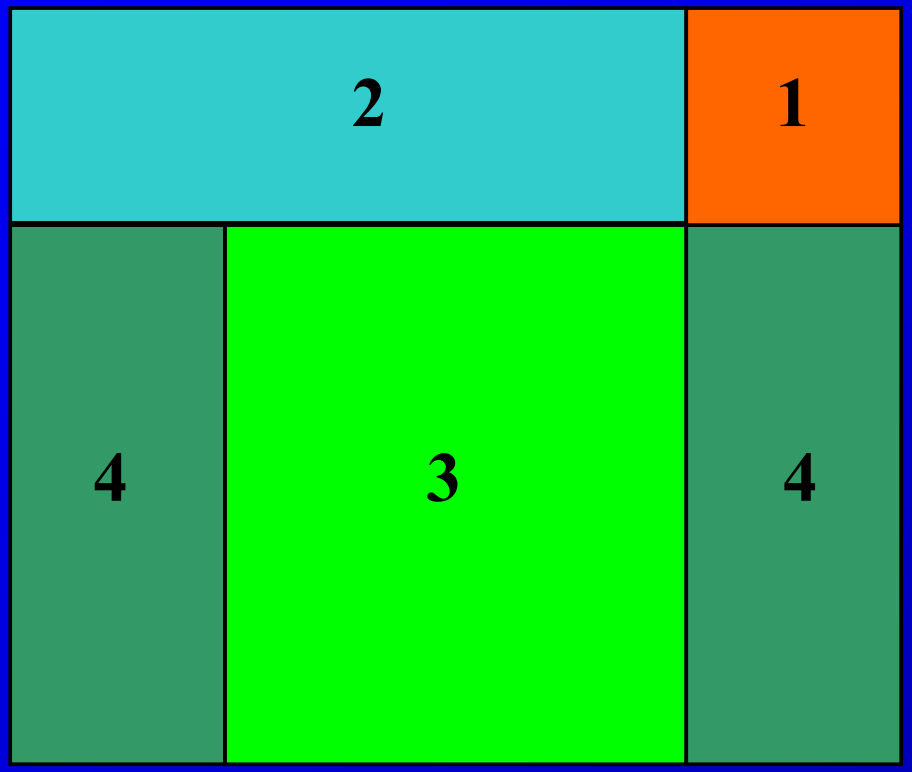


Informacje główne

Informacje drugorzędne

Informacje pomocnicze

Rozmieszczenie urządzeń sterujących



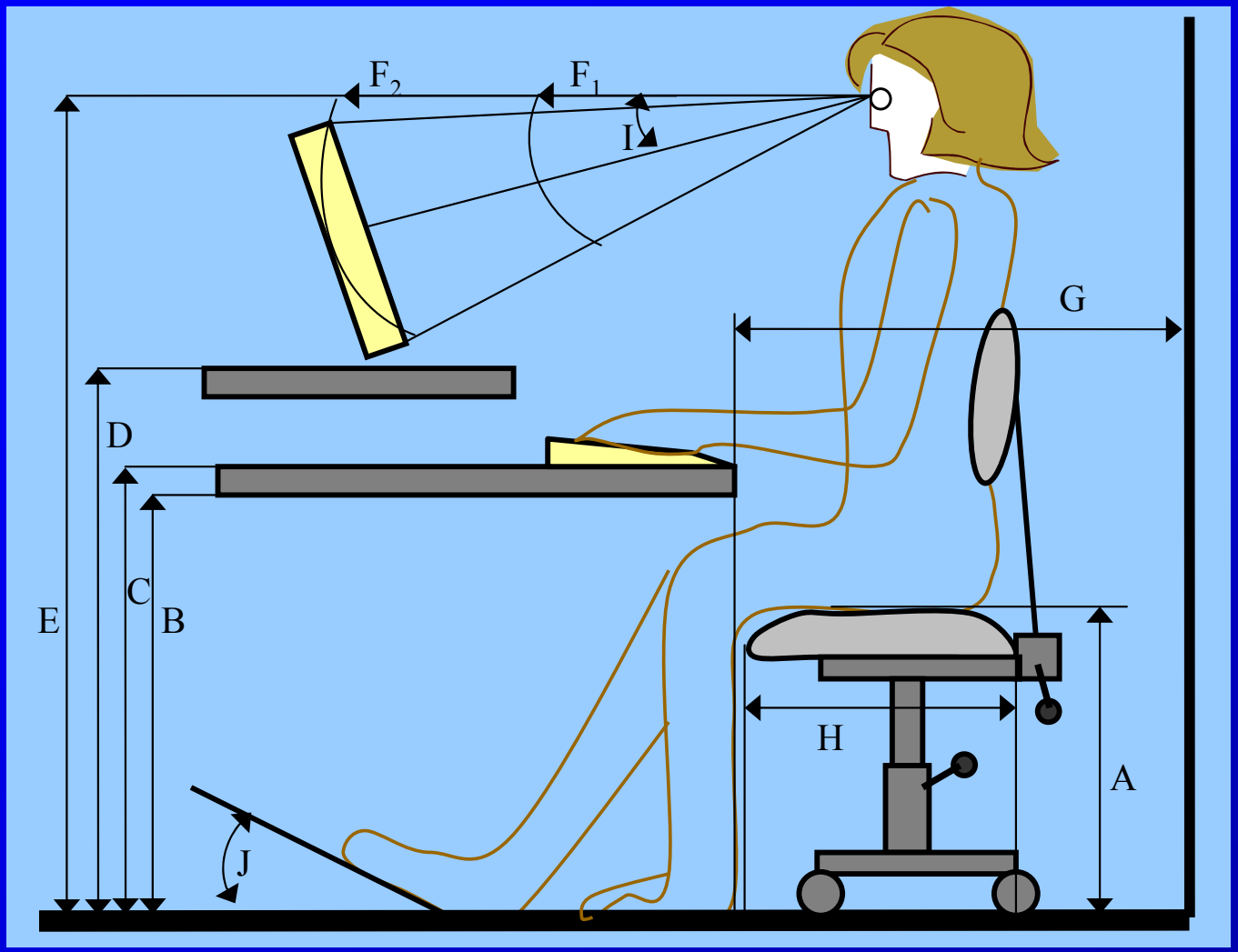
1- wyłącznik zasilania

2 - urządzenia sygnalizacyjne, informacje główne

3 - urządzenia sterujące ważne

4 - urządzenia sterujące pomocnicze

Stanowisko komputerowe - rysunek



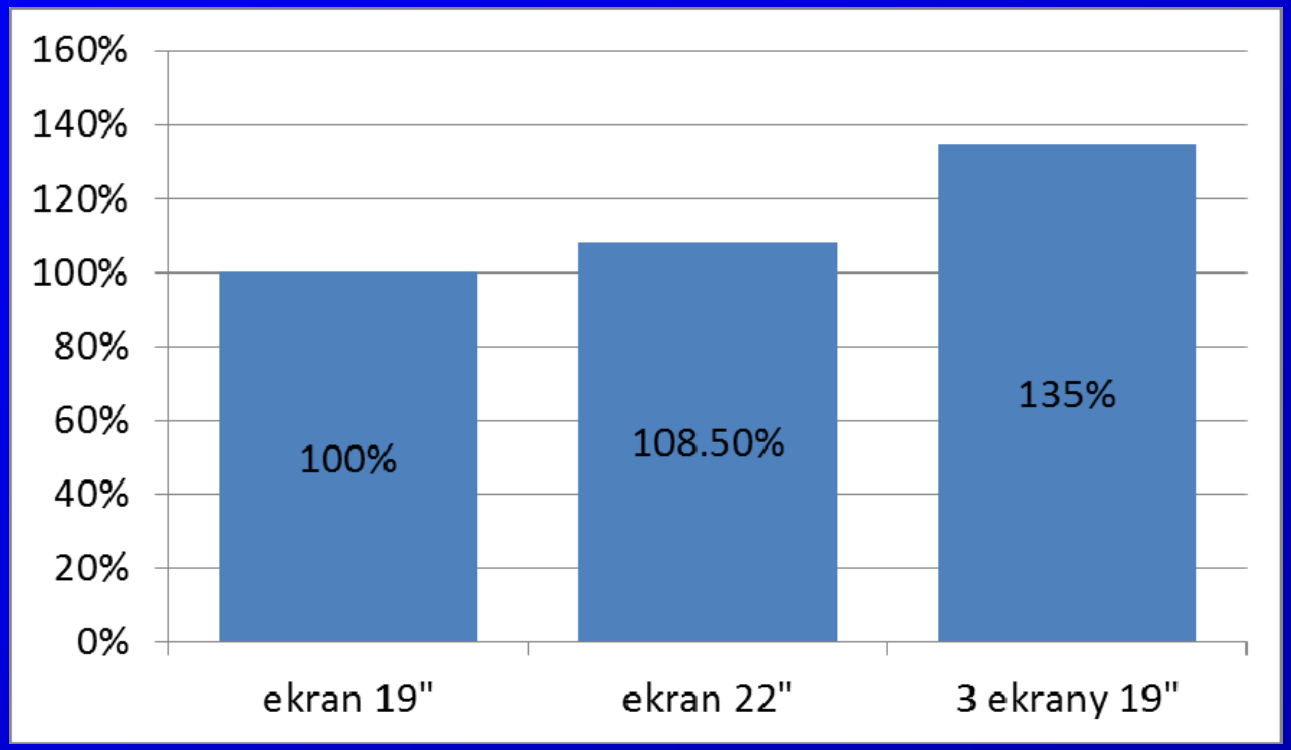
A: 40 – 50 cm
B: 52 – 67 cm
C: 57 – 75 cm
D: 69 – 93 cm
E: 109 – 133 cm
F_1,F_2: 40 – 70 cm
G: min. 82 cm
H: 40 – 45 cm
I: 20 – 50^0
J: 0 – 15^0

Ergonomiczne stanowisko komputerowe

- 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;
  - łatwością konserwacji i utrzymywaniem w stanie gotowości eksploatacyjnej.
- Jednostka centralna:
  - ustawiona tak, aby umożliwić łatwy dostęp do elementów obsługowych (nośniki danych) bez konieczności schylania się,
  - dodatkową izolację przed drganiami mechanicznymi wytwarzanymi przez pracujący wiatrak komputera, a mogącymi przenosić się na blat stołu, zapewnia podkładka z filcu.,
  - możliwość wentylacji (przegrzanie procesora)

Ekran

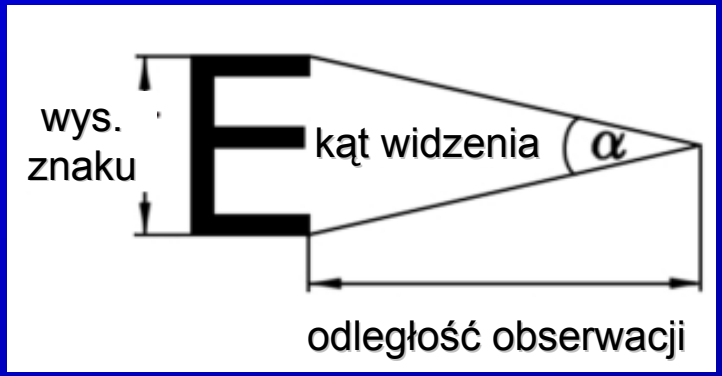
- Ciekłokrystaliczny (LCD),
- Ustawiony w odległości od 40 do 70 cm od oczu, środek ekranu 20° - 50° poniżej linii wzroku,
- Płaszczyzna wyświetlacza prostopadła do twarzy co umożliwia wygodną, bez pochylania i podnoszenia głowy, obserwację ekranu,
- Brak odblasków na ekranie,
- Tło, na którym widzimy ekran, powinno być neutralne, jednolite.



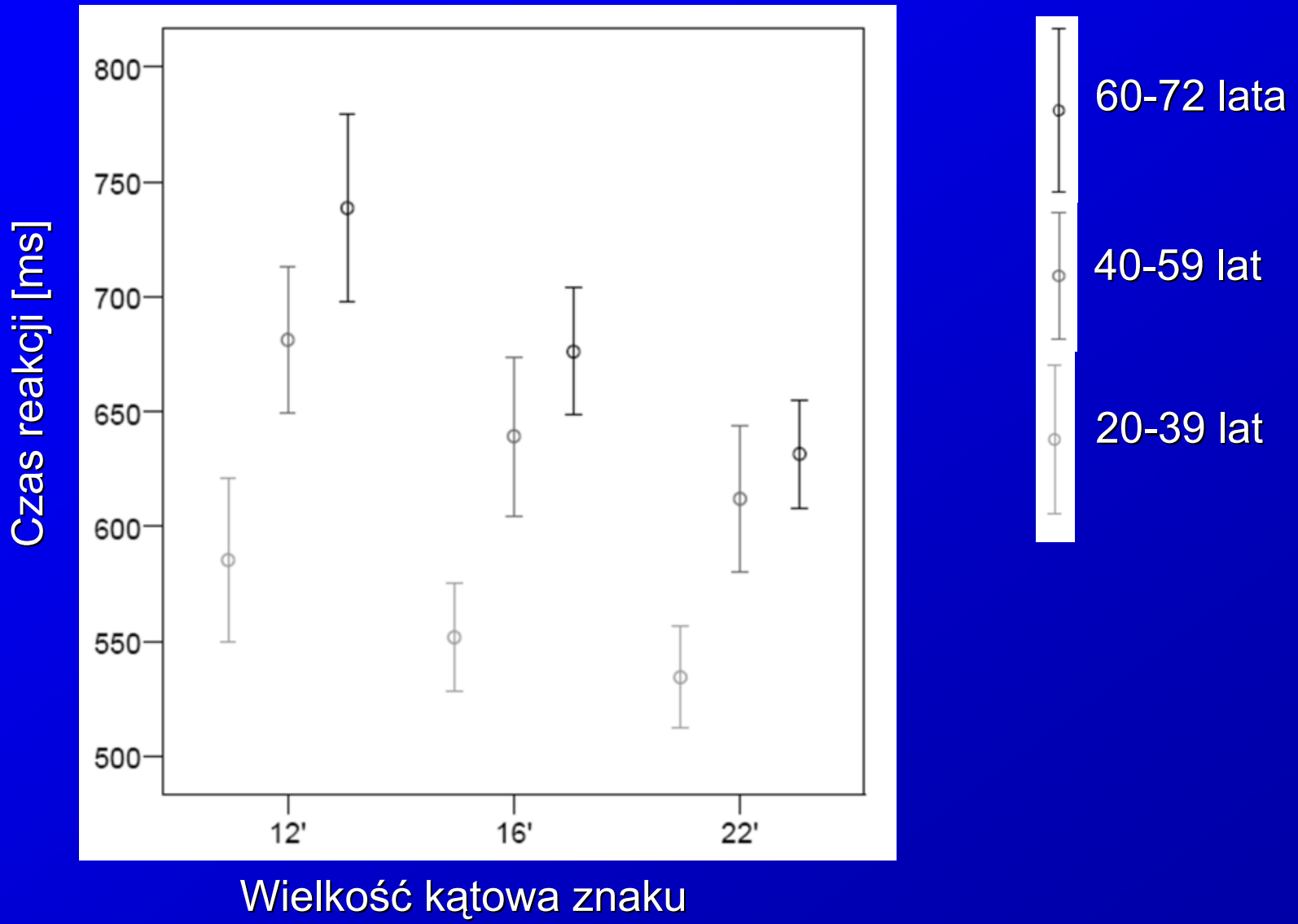
Wpływ wielkości ekranu i pracy w trybie wieloekranowym na wydajność pracy

Wielkość czcionek na ekranie

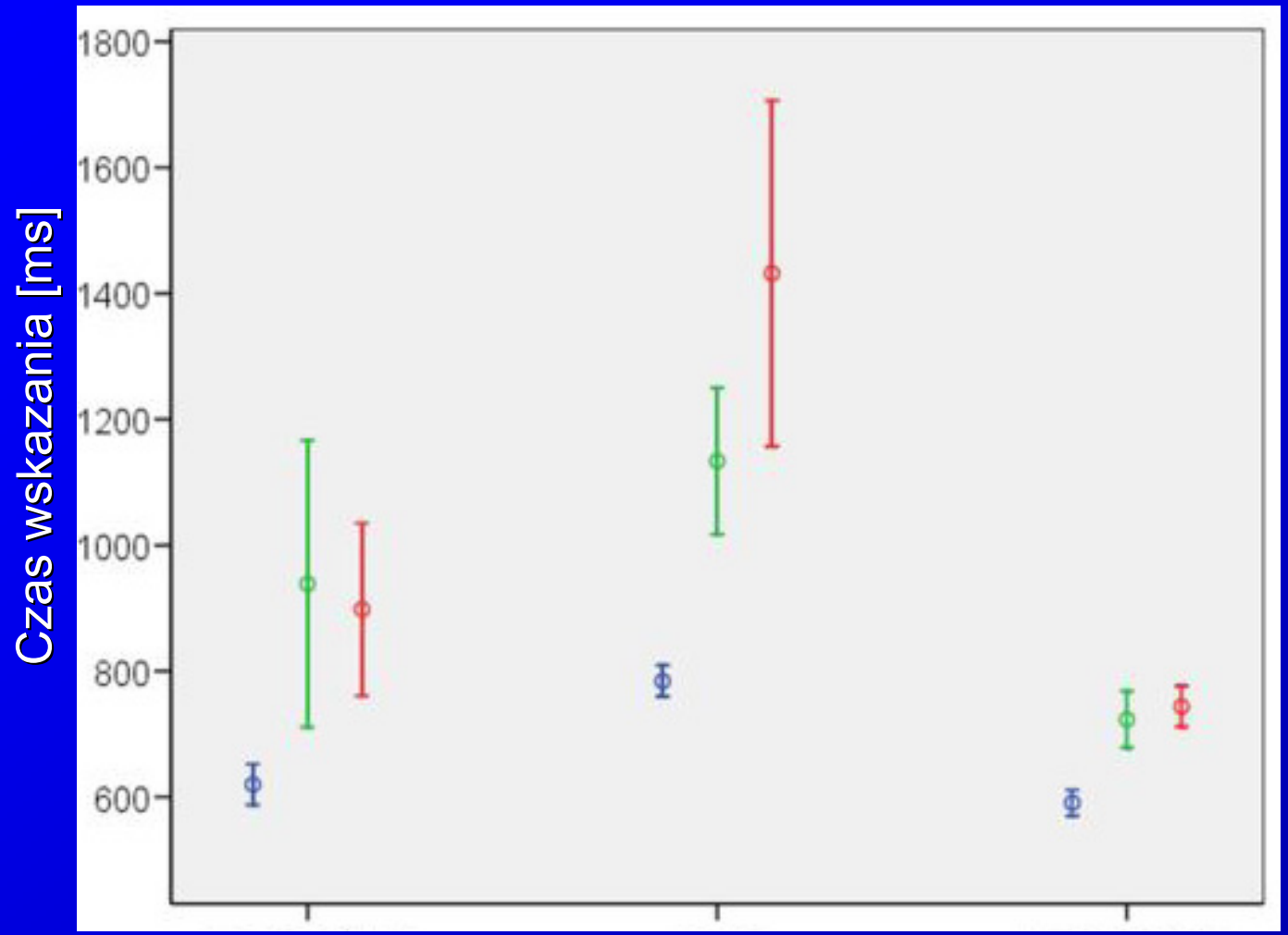
- Zalecana wielkość kątowa czcionek to 20-22'
- 22' uzyskuje się, gdy wysokość czcionki jest równa odległości od ekranu dzielonej na 155
- Dla odległości ekranu 500 mm wysokość czcionek winna wynosić pomiędzy 3.0 a 4.0 mm
- Przy niektórych chorobach oczu negatywny kontrast (białe znaki na czarnym tle) poprawia widzialność



Zależność czasu reakcji od wielkości znaków



Urządzenia wskazujące



20-30 lat
40-59 lat
60-75 lat

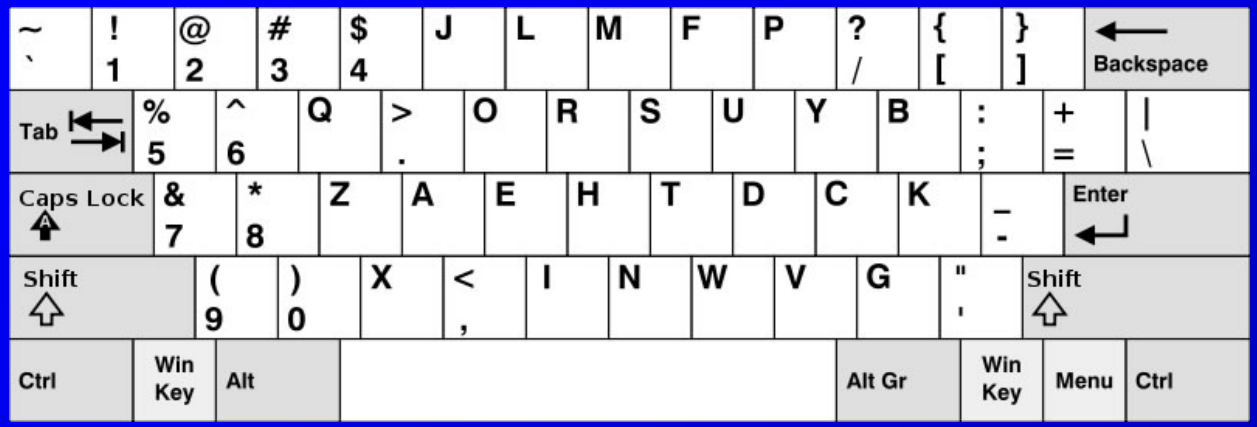
Mysz

- Bezprzewodowa - unikamy pracy w niewygodnej pozycji po zaplątaniu się kabla
- Dobór myszy do rozmiaru dłoni i prawej/lewej ręki
- Przy pracy myszą istotne jest, aby nadgarstki miały cały czas wsparcie na blacie, wsporniku lub żelowej podkładce dla odpoczynku dłoni
- Mysz powinna być umiejscowiona tuż przy klawiaturze i na tej samej płaszczyźnie; umieszczenie klawiatury na wysuwanej szufladzie a myszy na blacie powyżej jest przyczyną znacznego obciążenia nadgarstków

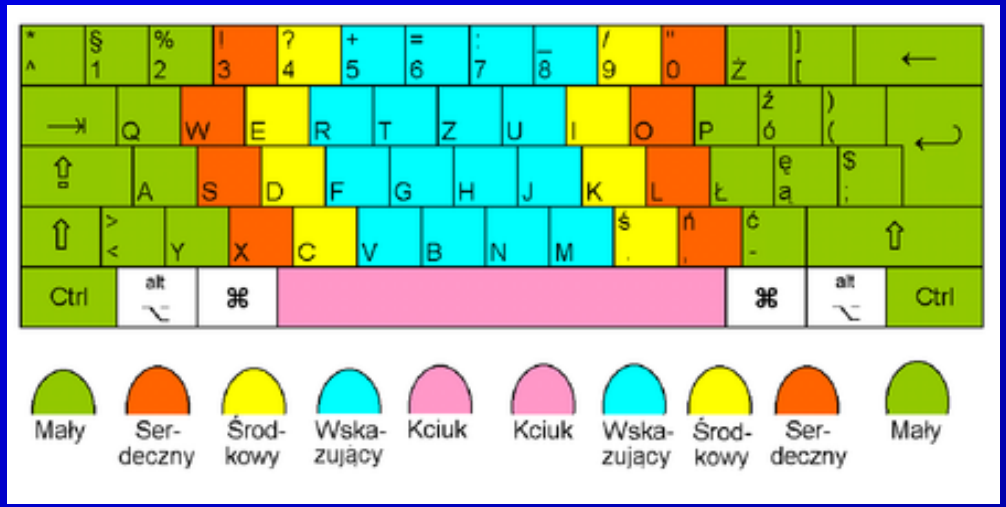
Klawiatura

- W pisaniu na klawiaturze istotne jest, aby nadgarstki miały cały czas wsparcie na blacie lub wsporniku dla odpoczynku dłoni,
- Odpowiednio wyregulowane podłokietniki krzesła dają wsparcie przedramionom w trakcie pisania zmniejszając napięcie mięśniowe obręczy barkowej.

Klawiatura – układ liter



układ Dvoraka dla szybkiego pisania – brak dla jęz. polskiego



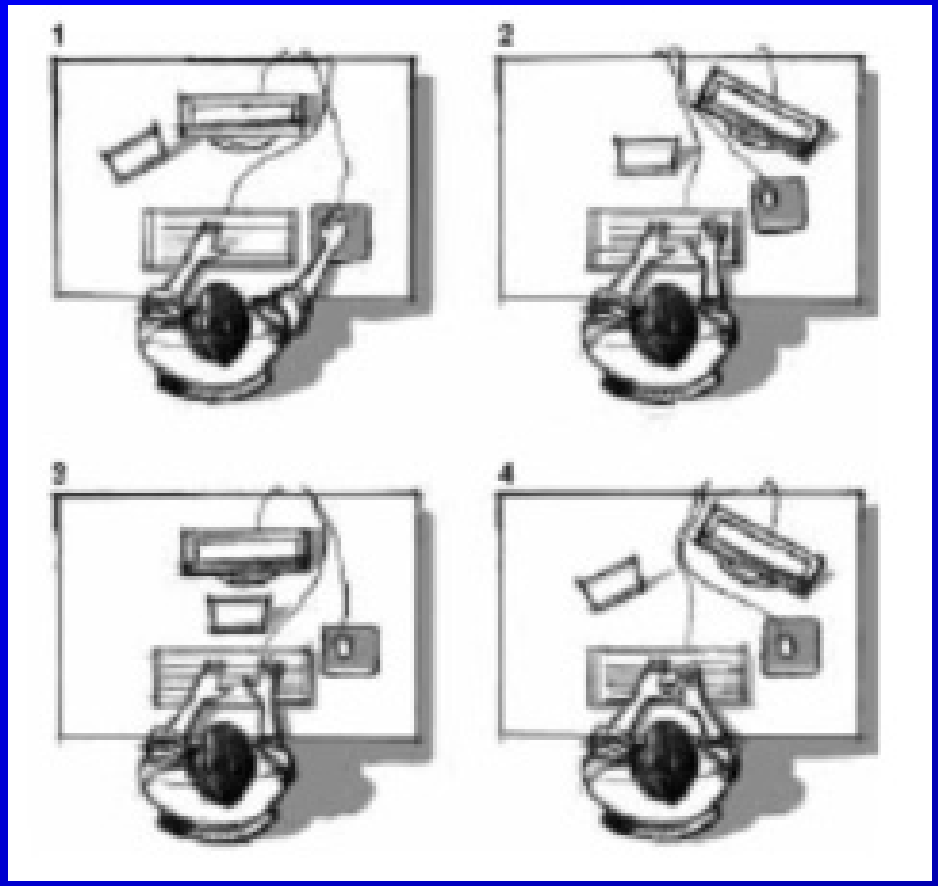
podział znaków dla szybkiego pisania na klawiaturze QWERTY

Stół i podnóżek

- **Stół**
  - blat o wymiarach min. 160 x 80 cm, mieszczący obok monitora, skanera itp. także niezbędne notatki i książki,
  - możliwość regulacji wysokości w zakresie 65 do 85 cm co umożliwia dostosowanie stanowiska do wzrostu pracującej na nim osoby, optymalna wysokość gdy łokcie leżą na stole przy zachowaniu kąta ugięcia ręki w łokciu 90-110°
  - matowa powierzchnia w neutralnym kolorze
- **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,
  - antypoślizgowa powierzchnia.

Organizacja miejsca na stole

głównie praca bez dokumentów



głównie praca z dokumentami

głównie praca z dokumentami

praca mieszana

Krzesło

- Obrotowe, stabilne z możliwością regulacji wysokości siedziska
- Podłokietniki o regulowanej wysokości i rozstawie na tyle krótkie, by nie ograniczać możliwości przysunięcia się do stołu
- Oparcie ukształtowane zgodnie z naturalnym wygięciem kręgosłupa, wys. min. 50 cm , z możliwością pochylenia oparcia i jego blokowanie w wybranym ułożeniu
- Oparcie i siedzisko wykonane z tkaniny przewiewnej zapewnia odpowiednią wentylację pleców
- Ustawienie krzesła powinno być dostosowane tak, aby w jak największej liczbie miejsc ciało znajdowało podparcie (siedzisko, oparcie, podłokietniki, podnóżek)
- Częste zmiany pozycji na krześle zmniejszają statyczne obciążenie układu mięśniowo – szkieletowego

Krzesła niestandardowe

rozkładane

piłka

- Mogą stanowić alternatywę dla osób cierpiących na bóle lub wady kręgosłupa
- Wymagają przyzwyczajenia

klęczące

siodło

siedzenie aktywne

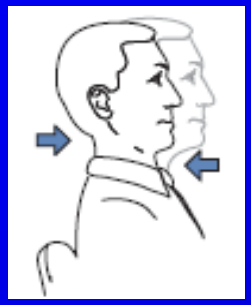
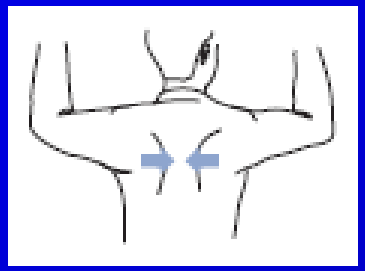
Oświetlenie

- Naturalne i sztuczne, ogólne i miejscowe,
- Naturalne światło dzienne zapewniają okna, światło może być regulowane za pomocą żaluzji,
- Oświetlenie ogólne zapewniają świetlówki z dławikami elektronicznymi (tętnienie), oprawy z rastrem i odbłyśnikiem „do pomieszczeń z komputerami lub monitorami”
- Oświetlenie miejscowe zapewnia lampa na regulowanym ramieniu ustawiona tak, aby nie raziła pracującego a światło nie odbijało się od ekranu (ok. 50 cm nad stołem). Można także zastosować w tym celu światło skierowane na sufit nad miejscem pracy

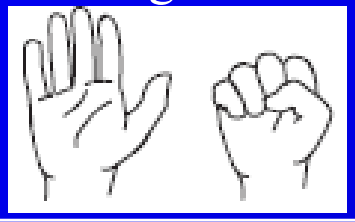
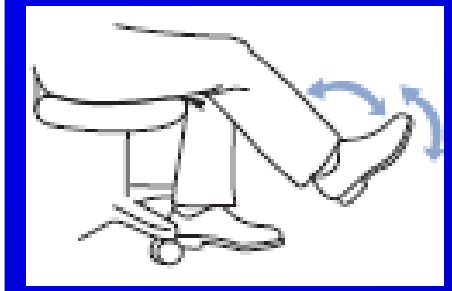
Środowisko i profilaktyka

- **Hałas:** zalecany poziom hałasu to poniżej 45-50 dB.
- **Mikroklimat:**
  - temperatura powinna wynosić zimą 20 – 24°C, latem 23 – 26°C,
  - wilgotność względna 40 – 80%, przy czym im wyższa temperatura, tym wilgotność niższa,
  - pracujące komputery jonizują powietrze,
  - istotna jest także czystość podłóg i mebli, ponieważ wzbudzany ruchem kurz powoduje wzrost szkodliwego dla dróg oddechowych zapylenia.
- **Profilaktyka pracy -** zmniejszenie monotypowości i monotonności pracy oraz obciążenia statycznego mięśni:
  - urozmaicanie pracy innymi czynnościami tak, aby nie zastygać w jednej pozycji zbyt długo, częste zmiany pozycji
  - stosowanie przerw w pracy przeznaczonych na ćwiczenia relaksacyjne bez wstawania od komputera (częściej) i po odejściu od stanowiska pracy (co 1 – 2 h).

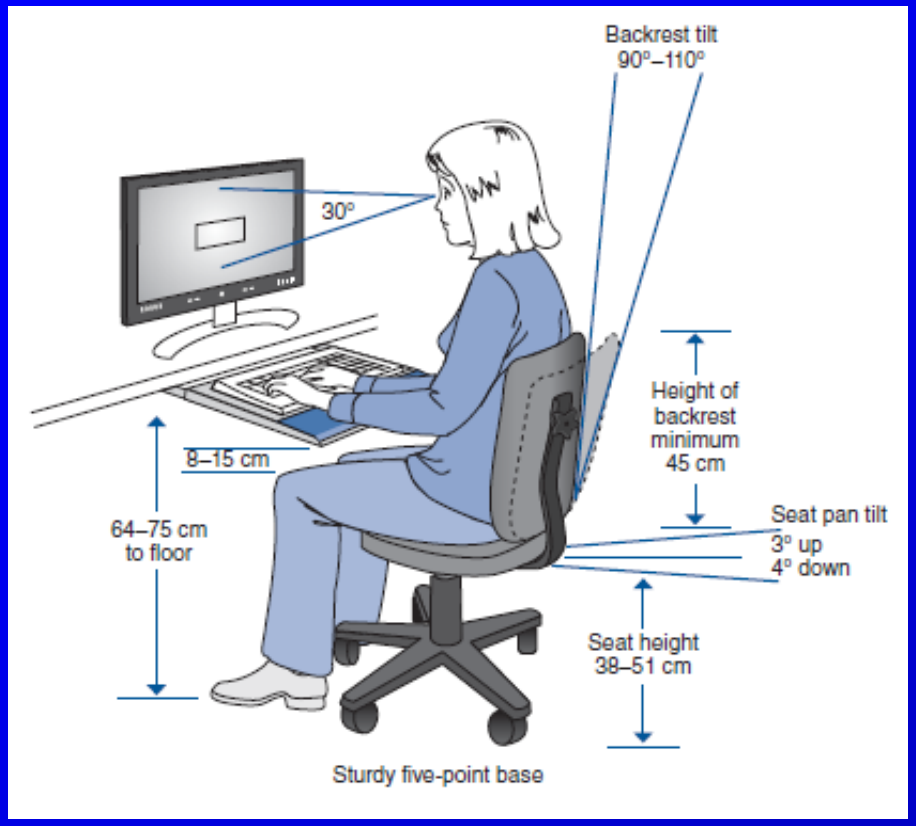
Zalecane ćwiczenia

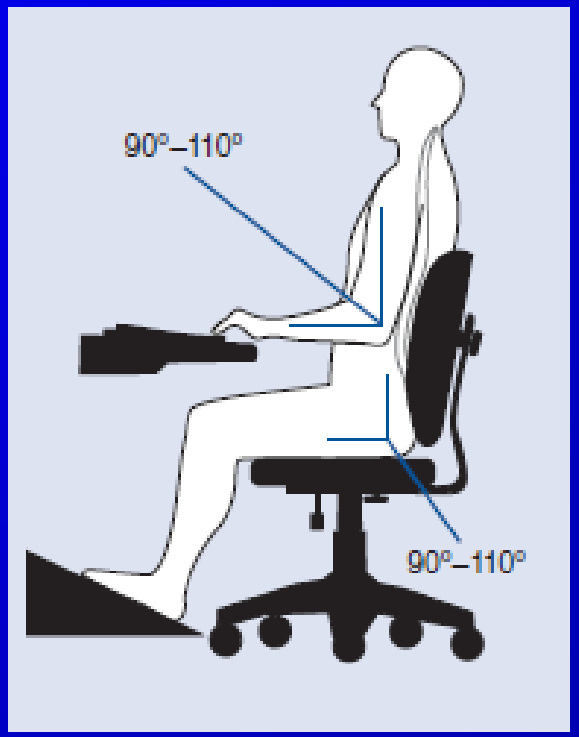
Oczy	1. Zamknij oczy i zakryj złożonymi rękoma. Oprzyj łokcie na stole i oddychaj głęboko. 2. Spójrz w dal i skup wzrok na odległym przedmiocie. 3. Spójrz w dół, w górę i na boki bez ruszania głową.
Szyja 	1. Przesuń głowę do tyłu tak daleko, jak możesz, trzymając czoło i uszy równo. Następnie przesuń do przodu. Powtórz 3 razy. 2. Wzrusz ramionami, unosząc je przez trzy sekundy a następnie opuść. Obróć ramionami wstecz, trzymając ręce opuszczone wzdłuż ciała. Powtórz 3 razy.
Ramiona 	1. Ściśnij łopatki razem trzymając łokcie odsunięte od ciała. Wyobraź sobie, że trzymasz ołówek między łopatkami, a następnie wypuść go.

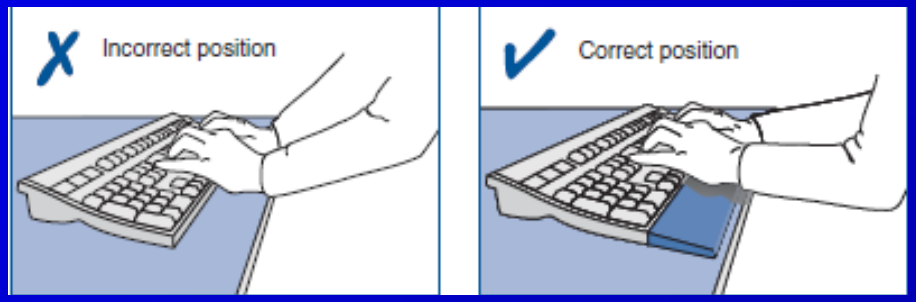
Zalecane ćwiczenia (2)

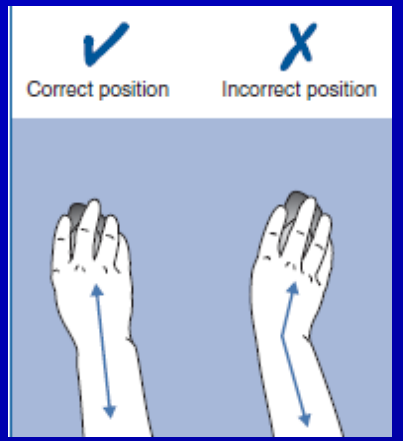
Plecy	1. Trzymaj ręce prosto przed sobą i rozciągnij ku przodowi. Podnieś je do góry i rozciągnij do góry. 2. Usiądź zrelaksowany, stopy płasko na podłodze. Wyobraź sobie kabel przymocowany do czubka głowy ciągnący cię ku górze. Wytrzymaj 3 sekundy i rozluźnij się. Powtórz 3 razy.
Ręce i nadgarstki 	1. Zwiń pięści a następnie rozwiń je, rozpościerając palce. Wytrzymaj każdą pozycję przez 3 sekundy. 2. W pozycji siedzącej lub stojącej opuść ramiona wzdłuż tułowia. Delikatnie wstrząśnij ramionami i rękoma.
Nogi 	1. Unieś nogę z pozycji siedzącej, pozostawiając lekkie zgięcie w kolanie. Obracaj wolno kostką. Skieruj palce do przodu a następnie przyciągnij je w kierunku goleni. 2. Wstań i wykonaj krótki spacer.

Podstawowa pozycja pracy



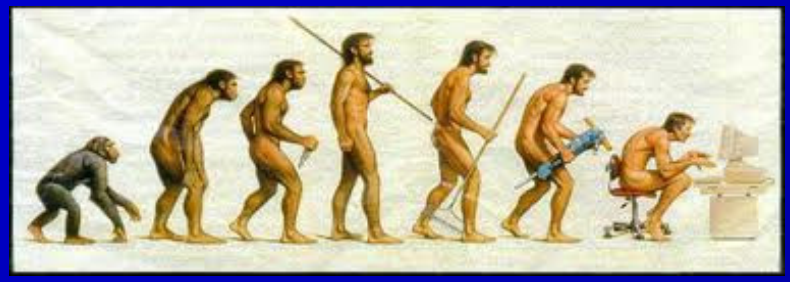






Główne zagrożenia zdrowotne przy pracy przy komputerze

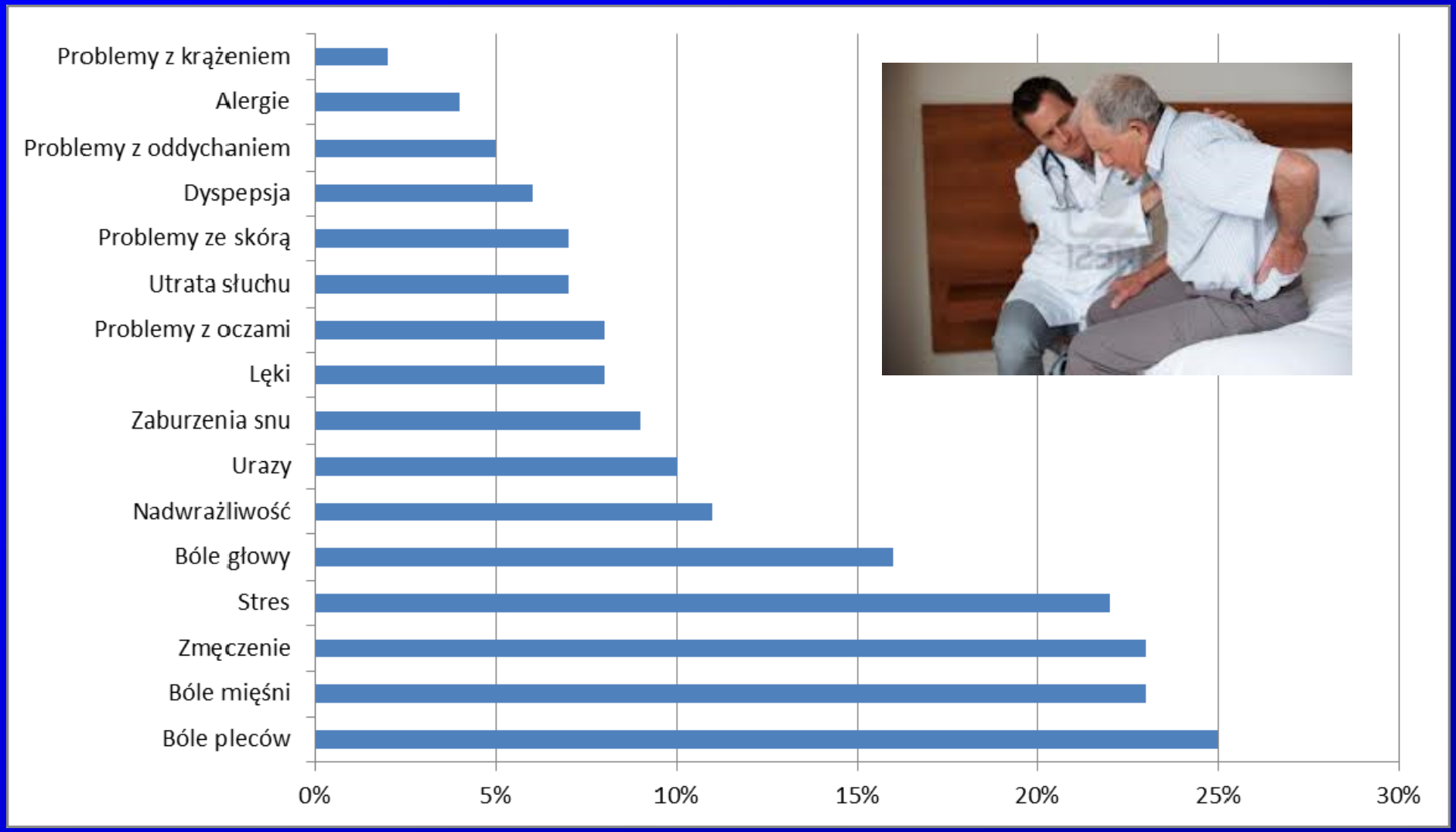
- Repetitive Strain Injury –powodowane długotrwałym wykonywaniem tych samych czynności (obsługa komputera, praca narzędziami ręcznymi) lub utrzymywaniem tej samej pozycji ciała (zwłaszcza siedzącej) przez długi czas
  - napięcie i bóle szyi, ramion i pleców
  - zespół cieśni nadgarstka: bóle i drętwienie palców zwłaszcza podczas odpoczynku i nocą spowodowane uciskiem na nerwy w nadgarstku
- Computer Vision Syndrome - zapalenia oczu, bóle głowy, suche oczy, niewyraźne widzenie



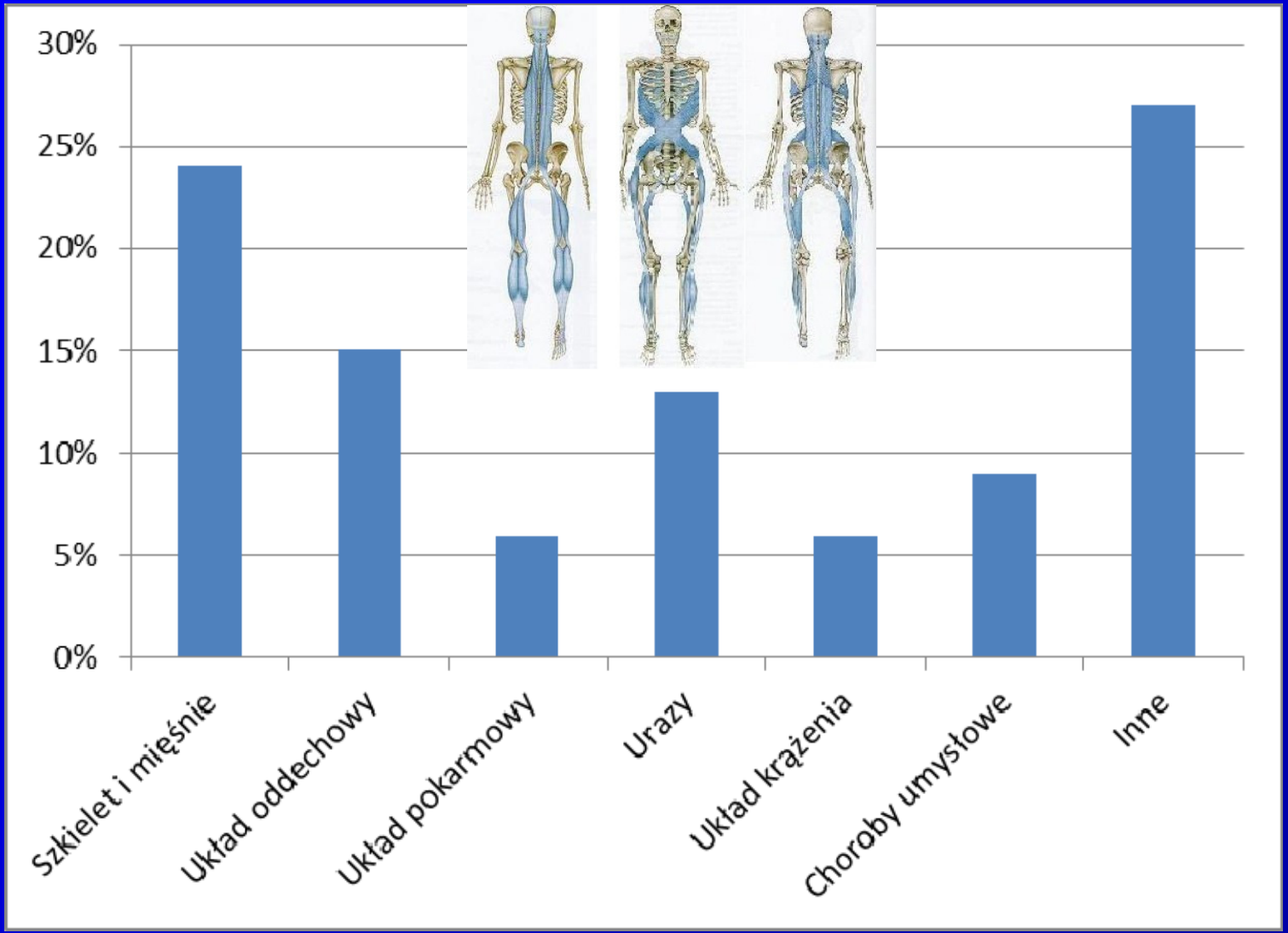
Dolegliwości przy pracy

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 (dyskopatia)
Głowa nadmiernie pochylona	Odcinek szyjny (dyskopatia)
Ramiona wygięte ku przodowi, na boki lub ku górze	Odcinek szyjno-barkowy, staw ramienny, ramię
Nienaturalne chwyty ręki	Przedramię, nadgarstek (zapalenie ścięgien)
Każda pozycja z przykurczem mięśni	Zaangażowane mięśnie

Główne związane z pracą problemy zdrowotne w UE



Przyczyny nieobecności



Zagrożenia związane z postawą

Rodzaj niedogodności	% osób, których dotyczy	% osób cierpiących
Praca w pozycji stojącej	55	14
Manipulowanie ciężkimi ładunkami	23	11
Praca siedząca	54	11
Wymuszona pozycja	14	7

Pozycja stojąca

- Najbardziej obciąża mięśnie kończyn dolnych oraz grzbietu.
- Największe ukrwienie występuje właśnie w obrębie kończyn dolnych, kosztem niedokrwienia pozostałych części ciała.
- Konsekwencją takiego stanu rzeczy jest obniżony poziom metabolizmu organizmu, zwiększone prawdopodobieństwo zniekształcenia stawów kolanowych, obrzęk i zastój żył, trwałe skrzywienie kręgosłupa na odcinku piersiowym.

Pozycja siedząca

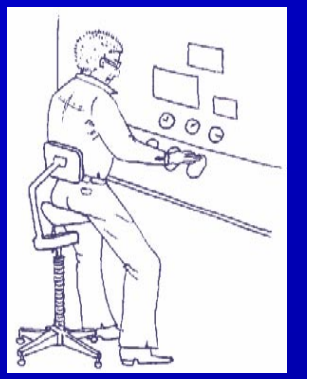
- Duża stabilizacja tułowia, najlepsza koordynacja ruchowa kończyn – stąd idealnie pasuje do prac precyzyjnych
- Podwyższone obciążenie kończyn dolnych, znaczne obciążenie układu krwionośnego.
- Niewłaściwa pozycja siedząca:
  - zmiana sylwetki człowieka przez wystąpienie tendencji do poszerzania bioder, spłaszczenia klatki piersiowej, wygięcia kręgosłupa i wypychania jąder miażdżystych, chrząstek międzykręgowych w kierunku kanału kręgowego, powodując nacisk na nerwy.
  - zmniejszenie zakresu ruchowego przepony i żeber, co wpływa na pogorszenie wentylacji płuc i powstawanie utrudnień w oddychaniu.

Wymuszona pozycja ciała

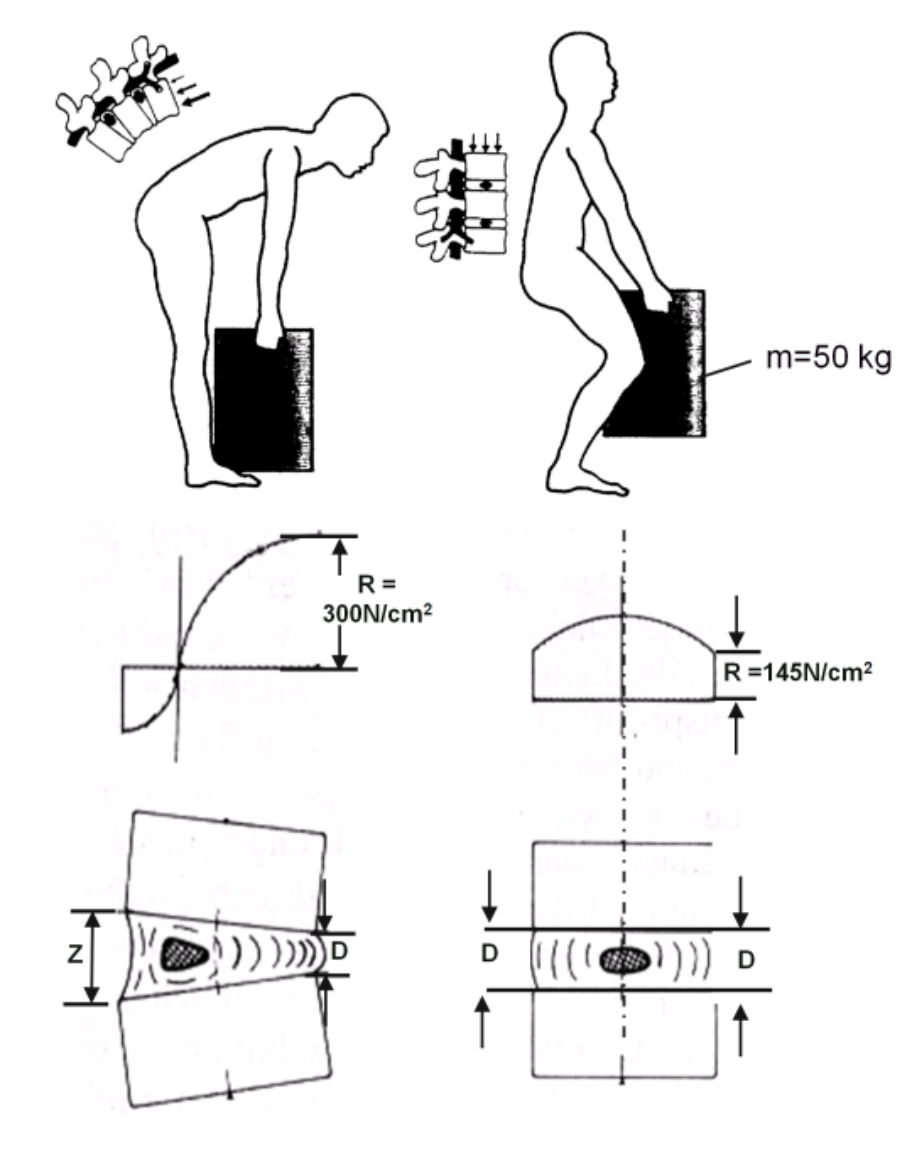
- Praca w pozycji narzuconej czynnościami roboczymi (kucznej, pochylnej np. praca posadzkarza) lub spowodowana warunkami przestrzennymi (np. spawanie czy malowanie w podwójnych dnach statków, praca w wąskich kanałach).
- Możliwość przyzwyczajenia się do takiej (często niewłaściwej w sensie fizjologicznym) pozycji może doprowadzić do trwałych zmian organicznych, np. garbienia się, nierównomiernego rozwoju niektórych grup mięśniowych, skrzywienia kręgosłupa

Praca w prawidłowej pozycji

- Czas pracy wykonywanej w bez przerwy jednej pozycji (stojącej lub siedzącej) nie przekracza 30% zmiany roboczej
- Przy pracy stojącej dostępne są wysokie siedziska do czasowej zmiany pozycji
- Siedziska do stałej pracy siedzącej mają regulację wysokości i kąta pochylenia oparcia oraz podłokietniki
- Nie zdarzają się prace, które trzeba wykonywać w wymuszonej pozycji, np. pochylonej, skręconej, z uniesionymi ramionami bez podparcia



Podnoszenie ciężkich przedmiotów

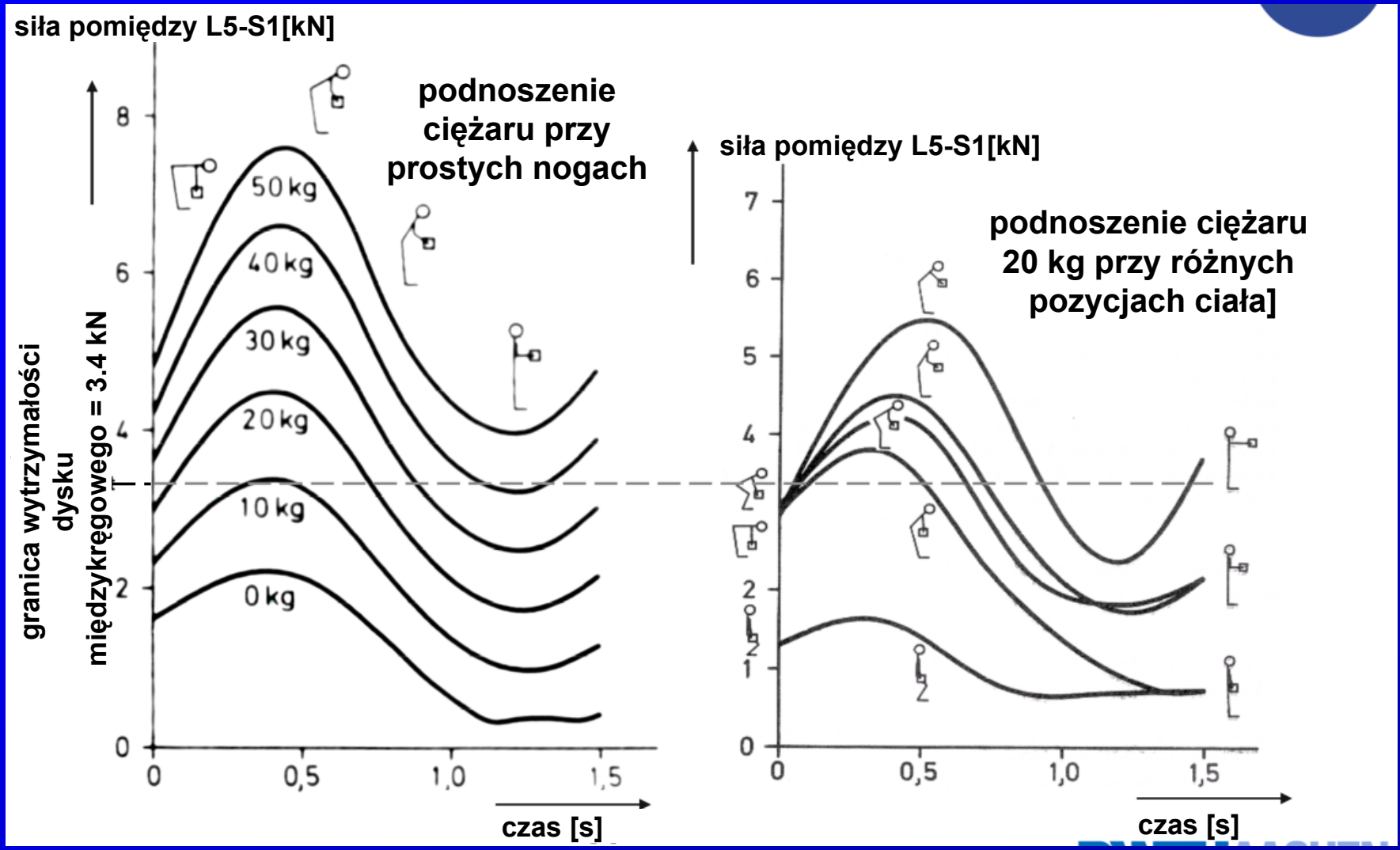


- Zniszczenie lub deformacja dysków międzykręgowych przy dużej sile zgniatającej ***D***
- Naderwanie włókien mięśniowych przy dużej sile rozciągającej ***Z***

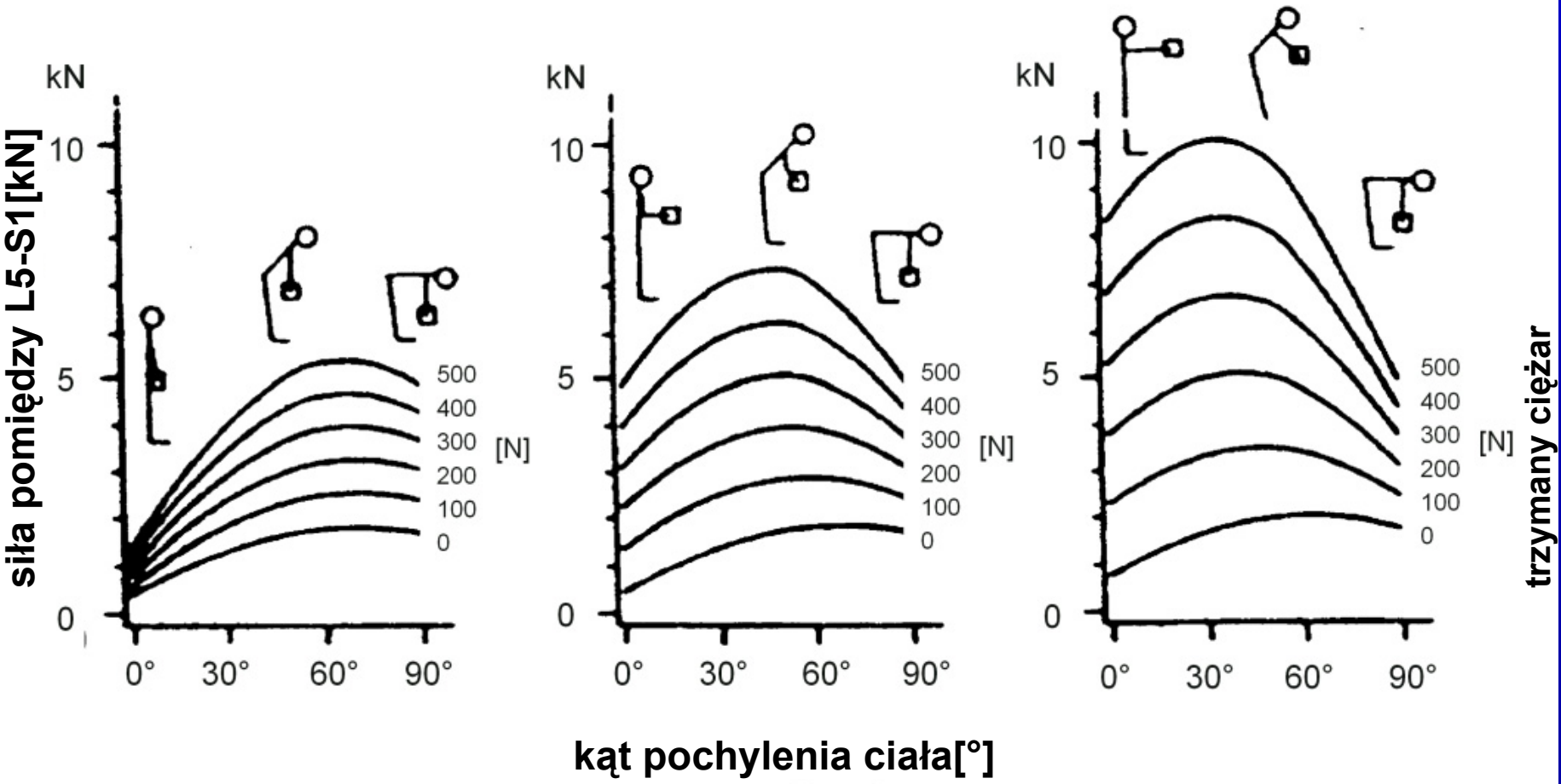
Wiek [lata]	Nacisk [kN]	
	Kobiety	Mężczyźni
20	4.4	6.0
30	3.8	5.0
40	3.2	4.0
50	2.6	3.0
>60	2.0	2.0

siła powodująca zgniatanie dysków międzykręgowych

Obciążenie dynamiczne kręgosłupa



Obciążenie statyczne kręgosłupa



Dopuszczalna waga podnoszonych przedmiotów

- **RWL** – Recommended Weight Limit
- RWL [kg] = 23*CM*HM*VM*DM*AM*FM
- Współczynniki zależne od:
  - CM – jakości uchwytu
  - HM – odległości między łokciami
  - VM – odległości rąk od podłogi na początku ruchu
  - DM – wysokości podnoszenia w pionie
  - AM – kąta obrotu ciała przy podnoszeniu
  - FM – częstotliwości podnoszenia
- LI – Lifting Index, LI = waga ciężaru / RWL, LI <= 1

Dopuszczalne normy w Polsce

- Dla mężczyzn:
  - 30 kg przy pracy stałej,
  - 50 kg przy pracy dorywczej,
  - 30 kg na wysokość > 4 m,
  - 30 kg na odległość > 25 m.
- Dla kobiet:
  - 12 kg przy pracy stałej, 3 kg dla kobiet w ciąży i w okresie karmienia,
  - 20 kg przy pracy dorywczej (do 4 razy na godzinę w czasie zmiany roboczej), 5 kg dla kobiet w ciąży i w okresie karmienia.
- Przedmioty o długości powyżej 4 m. i ciężarze powyżej 30 kg, należy przenosić przez nie mniej niż dwóch pracowników, przy czym na jedną osobę powinna przypadać masa do:
  - 25 kg, gdy praca ma charakter stały,
  - 42 kg, gdy praca ma charakter dorywczy.

Czynniki materialne środowiska pracy

- **Fizyczne:**
  - mikroklimat,
  - zanieczyszczenia pyłowe powietrza,
  - drgania akustyczne i mechaniczne,
  - promieniowanie jonizujące,
  - promieniowanie radiowe,
  - oświetlenie i promieniowanie optyczne,
  - stałe pola elektryczne i magnetyczne
  - mechaniczne,
  - termiczne.
- **Chemiczne:**
  - aktywne chemicznie zanieczyszczenia pyłowe, gazowe, ciekłe.
- **Biologiczne:**
  - pasożyty, wirusy, bakterie, grzyby, roztocza

Nadmierna uciążliwość czynników

Czynniki	% osób, których dotyczy	% osób cierpiących
Hałas	24	13
Mikroklimat	21	11
Dym, pył, gaz	14	8
Olej, smar, brud	18	6
Oświetlenie	9	5
Ubiór ochronny	21	3
Niebezpieczne substancje	7	2
Wibracje	5	2

Działanie czynników materialnych

- **Zakłócające** – odczuwalne, ale nie zmniejszające wydajności pracy (rekompensata poprzez większy wysiłek, zmniejszenie komfortu)
- **Denerwujące, uciążliwe** – zmniejszające wydajność pracy, bez szkody dla zdrowia
- **Szkodliwe** – mogące spowodować ubytki zdrowotne

Mikroklimat

- Subiektywne odczucie warunków termicznych środowiska przez człowieka zależy od:
  - parametrów obiektywnych (temperatura, wilgotność, ciśnienie, ruch powietrza),
  - wielkości wysiłku fizycznego,
  - rodzaju ubrania,
  - właściwości adaptacyjnych ustroju,
  - indywidualnych przyzwyczajeń.
- Ocena warunków mikroklimatycznych w oparciu o:
  - pomiar wartości parametrów obiektywnych i porównanie ich z wartościami normatywnymi,
  - uwzględnienie wpływu innych czynników takich jak:
    - promieniowanie cieplne (ogólne i kierunkowe),
    - wielkość wysiłku fizycznego,
    - pora roku (ciepła - powyżej 10 ºC, chłodna - poniżej 10 ºC),
    - rodzaj ubioru,
    - sposób odżywiania (niedożywienie, otyłość).

Wpływ wysokiej temperatury

40°

Górna granica tolerowanej temperatury przy pracy ciągłej o wydatku 270-370 J/s

35°

Zmniejszenie zdolności do wykonywania ciężkiej pracy. Zaburzenia gospodarki wodnej i elektrolitowej. Duże obciążenie serca i układu krążenia, silne zmęczenie grożące wyczerpaniem

Zaburzenia fizjologiczne

30°

Wzrost liczby błędów. Pogorszenie sprawności prac wymagających zręczności.

25°

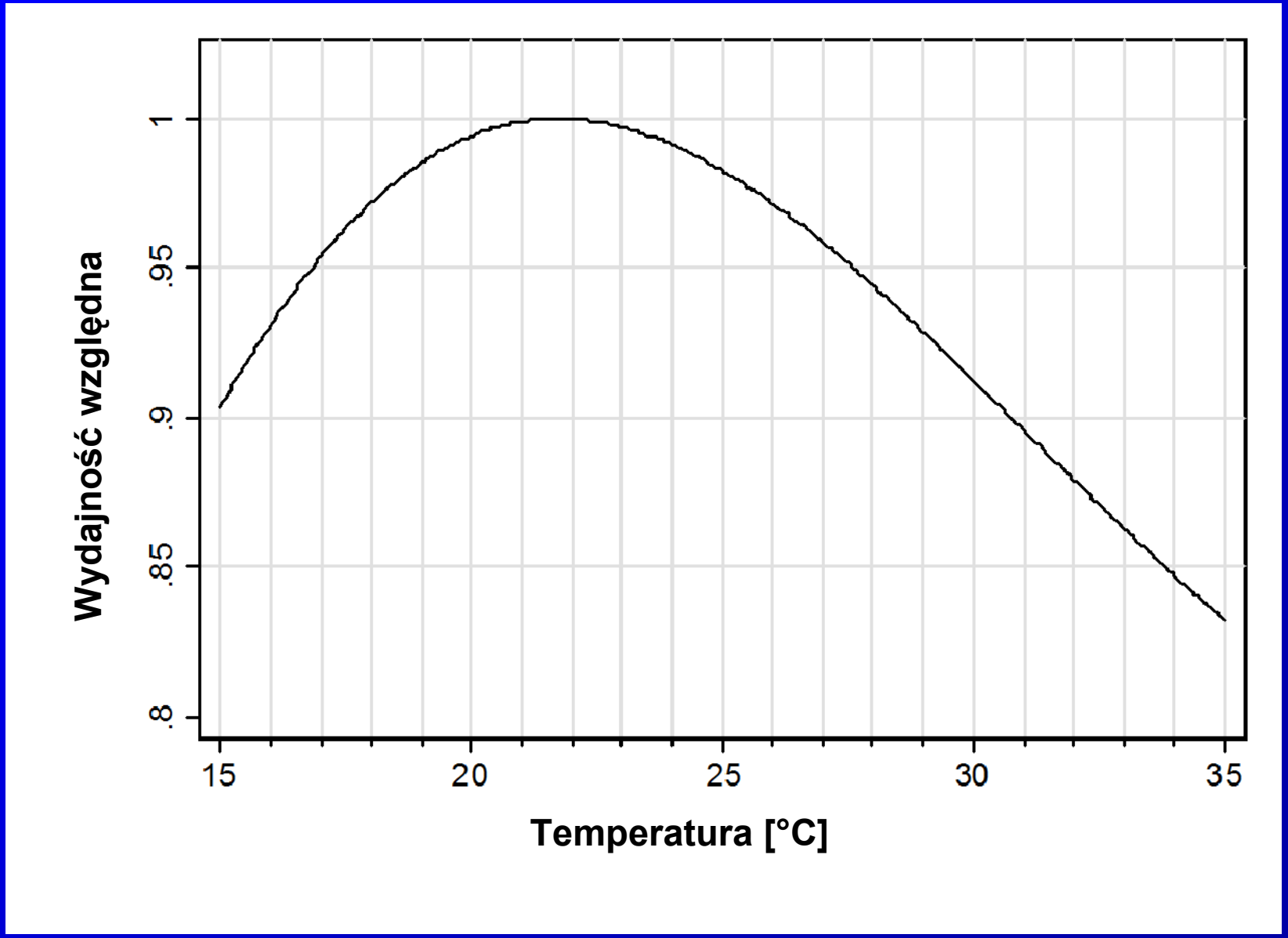
Niezadowolenie, brak skupienia. Zmniejszenie zdolności do pracy umysłowej

Zaburzenia psycho-fizjologiczne

20°

Przy 50% wilgotności względnej

Temperatura a wydajność pracy biurowej



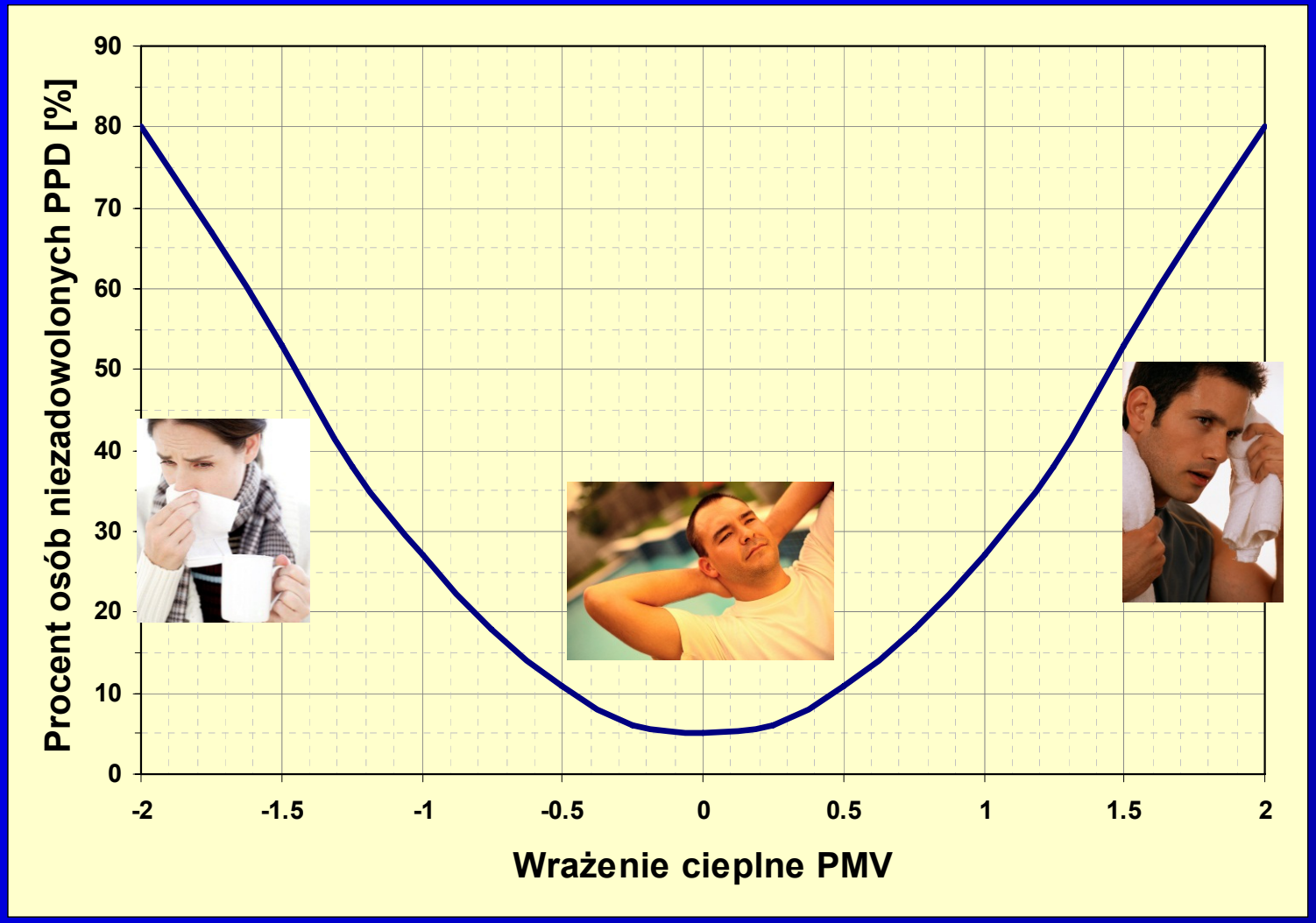
Przewidywana średnia ocena - PMV

Wskaźnik	Rodzaj wrażenia cieplnego człowieka (PMV)						
	gorąco	ciepło	lekko ciepło	komfort	lekko chłodno	chłodno	zimno
	(+3)	(+2)	(+1)	(0)	(-1)	(-2)	(-3)
Temperatura ciała [ºC]	36,6-37,0	36,6-37,0	36,6 -37,0	36,5 +-0,4	36,5	< 36,0	< 35,0
Temperatura skóry [ºC]	> 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 [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 temp. [ºC] 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

Wyznaczanie PMV

- Obowiązuje w zakresie 10-30°C
- Pomiar parametrów obiektywnych
- Określenie wydatku energetycznego pracowników
- Określenie izolacyjności odzieży
- Wyznaczenie PMV wg tabel zgodnie z normą PN-EN ISO 7730:2006(U): *Ergonomia. Środowisko termicznie umiarkowane. Analityczne wyznaczanie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów lokalnego komfortu termicznego*

Odczucie komfortu



Dla wrażenia cieplnego **PMV** w zakresie od **-0.5** do **+0.5** (zalecane) ok. 90% osób będzie odczuwało komfort

Mikroklimat zimny i gorący

- **PMV > +2** mikroklimat gorący: bilans cieplny człowieka ma wartość dodatnią (zwiększanie temp. tkanek). Powoduje to pocenie się – możliwe odwodnienie i utrata elektrolitów (soli). W skrajnych wypadkach prowadzi do udaru cieplnego. Ocena ryzyka wskaźnikiem **WBGT** (pomiary i przeliczenia wg normy PN-EN 27243) – wartość dopuszczalna zależy od rodzaju pracy, wentylacji i aklimatyzacji.
- **PMV < -2** mikroklimat zimny: bilans cieplny człowieka ma wartość ujemną (zmniejszanie temp. tkanek). Powoduje to wychłodzenie organizmu (przeziębienia). W skrajnych wypadkach prowadzi do odmrożeń i hipotermii. Ocena ryzyka za pomocą pomiarów i wyznaczenia wymaganej izolacji termicznej **IREQ** wg normy PN-EN ISO 11079:2008. Dopuszczalny czas pracy zależy od relacji między wymaganą izolacją odzieży a izolacją odzieży stosowanej.

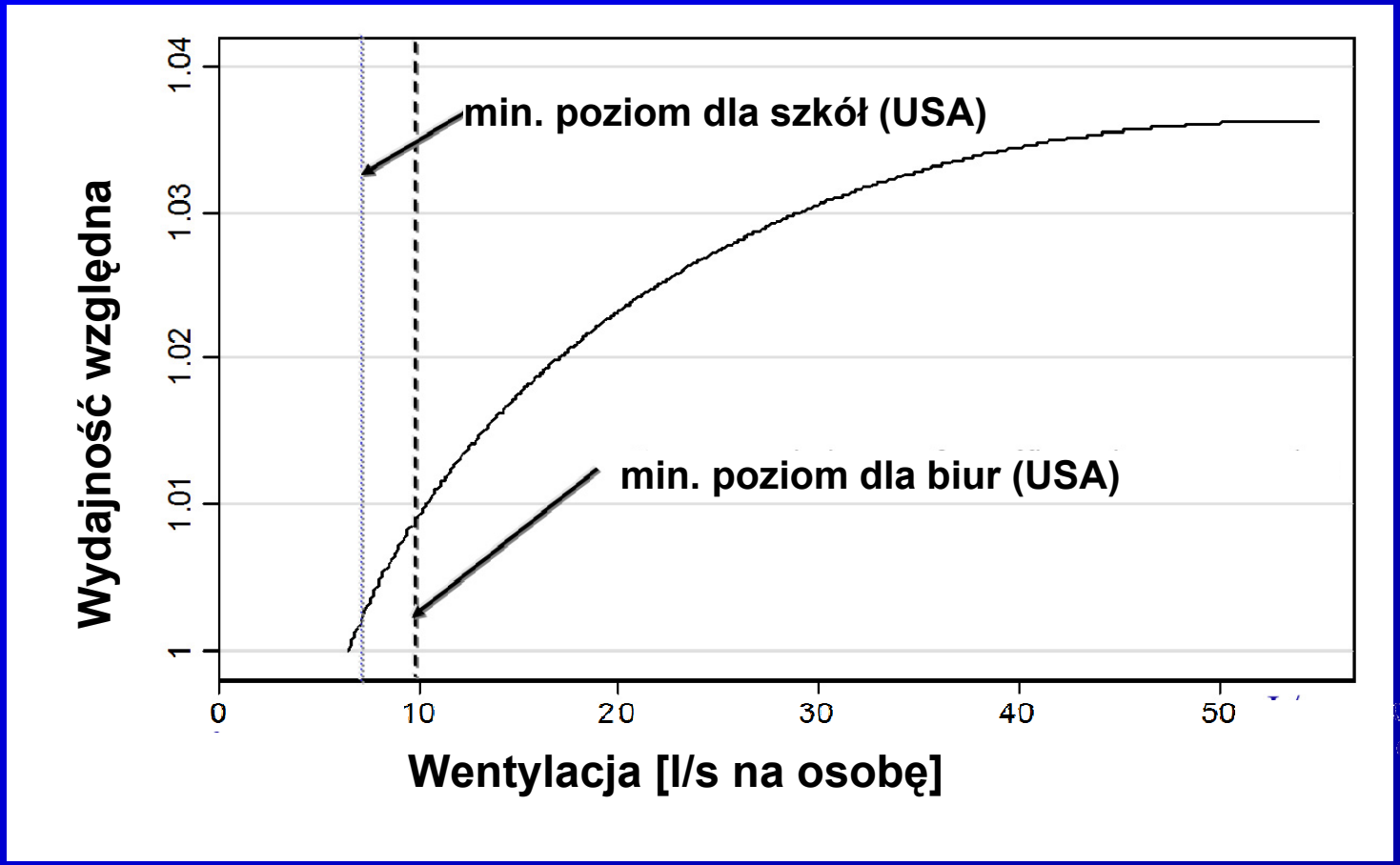
Mikroklimat - przepisy

- Minimalna temperatura w pomieszczeniach
  - przy pracy wymagającej wysiłku fizycznego 14°C, chyba że taka nie może być osiągnięta ze względów technologicznych (np. chłodnie)
  - przy lekkim wysiłku fizycznym i pracy umysłowej 18°C
- Napoje regeneracyjne, przy dobowym wydatku energetycznym powyżej 1500 kcal/1000 kcal (M/K) również posiłki regeneracyjne:
  - prace na otwartej przestrzeni przy temperaturze >25°C lub <10°C
  - praca w pomieszczeniach przy temperaturze >28°C
  - praca przy obciążeniu WBGT >25°C

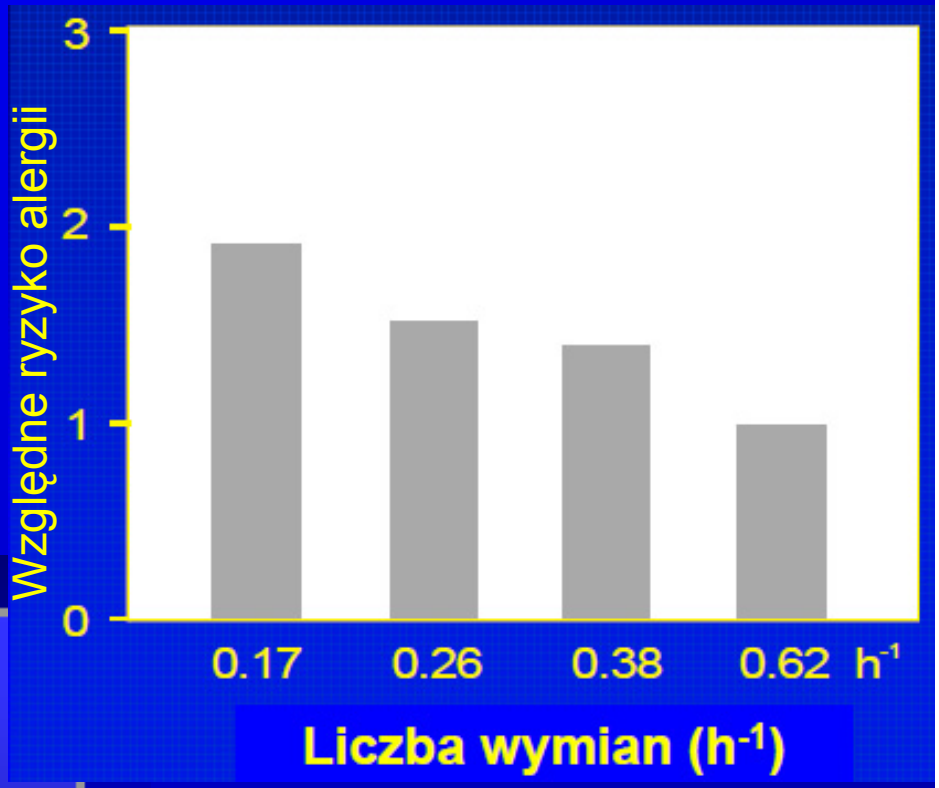
- Odzież ochronna przy niskich temperaturach (zimą na zewnątrz <10°C)
- Należy dążyć do zapewnienia w pomieszczeniach temperatury maksymalnej nie przekraczającej
  - przy ciężkiej pracy fizycznej 28°C
  - przy pracy biurowej 30°C

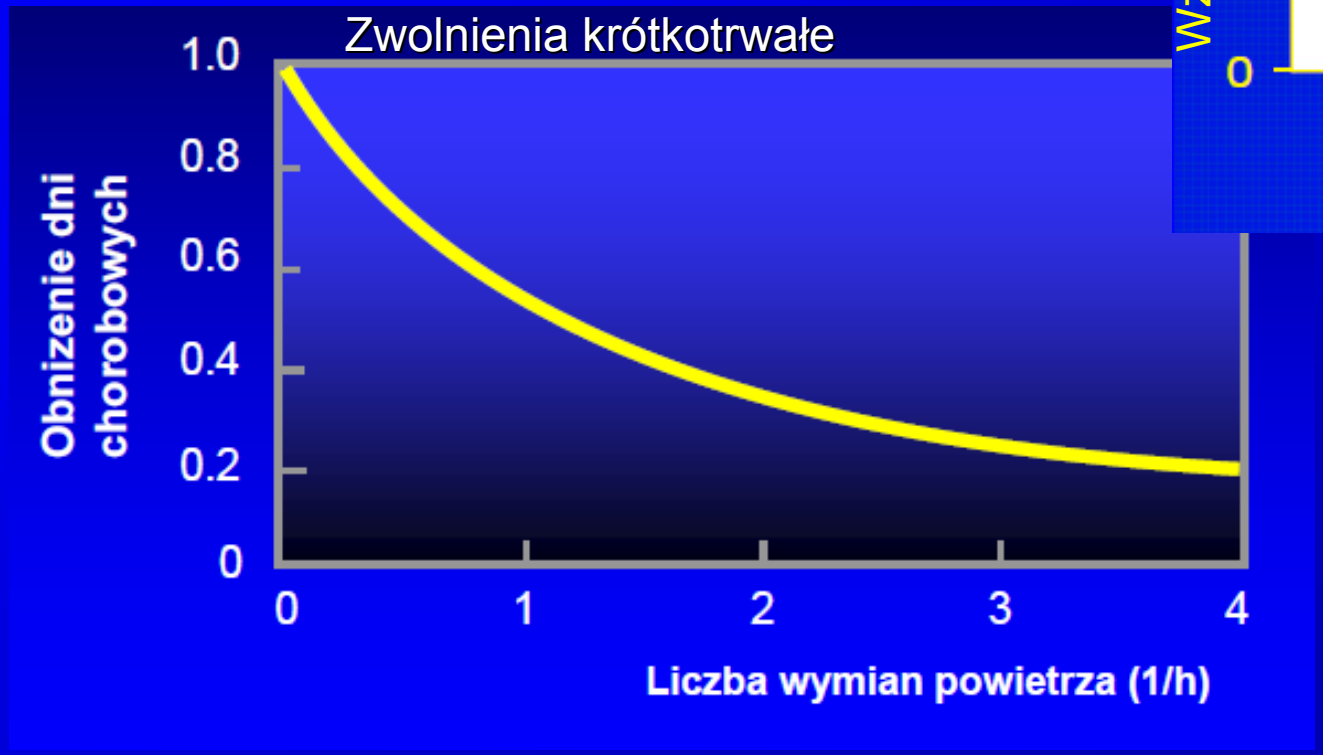
Wentylacja

- Zmniejsza stężenie CO_2, kurzu, pyłu, dymu, roztoczy i in.
- W Polsce w budynkach mieszkalnych i podobnych min. 20 m^3/h (5.56 l/s) na osobę



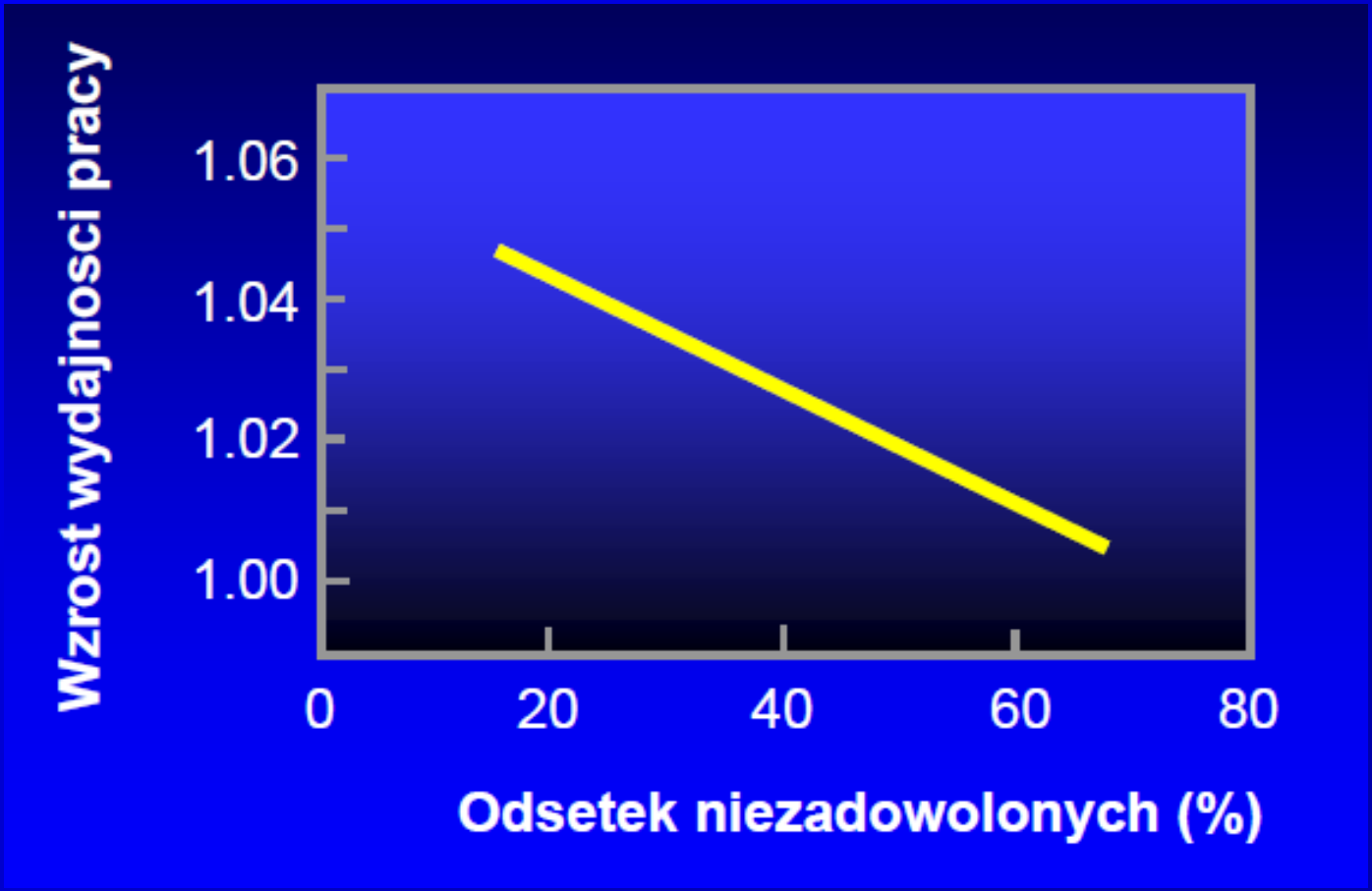
Wentylacja a zdrowie





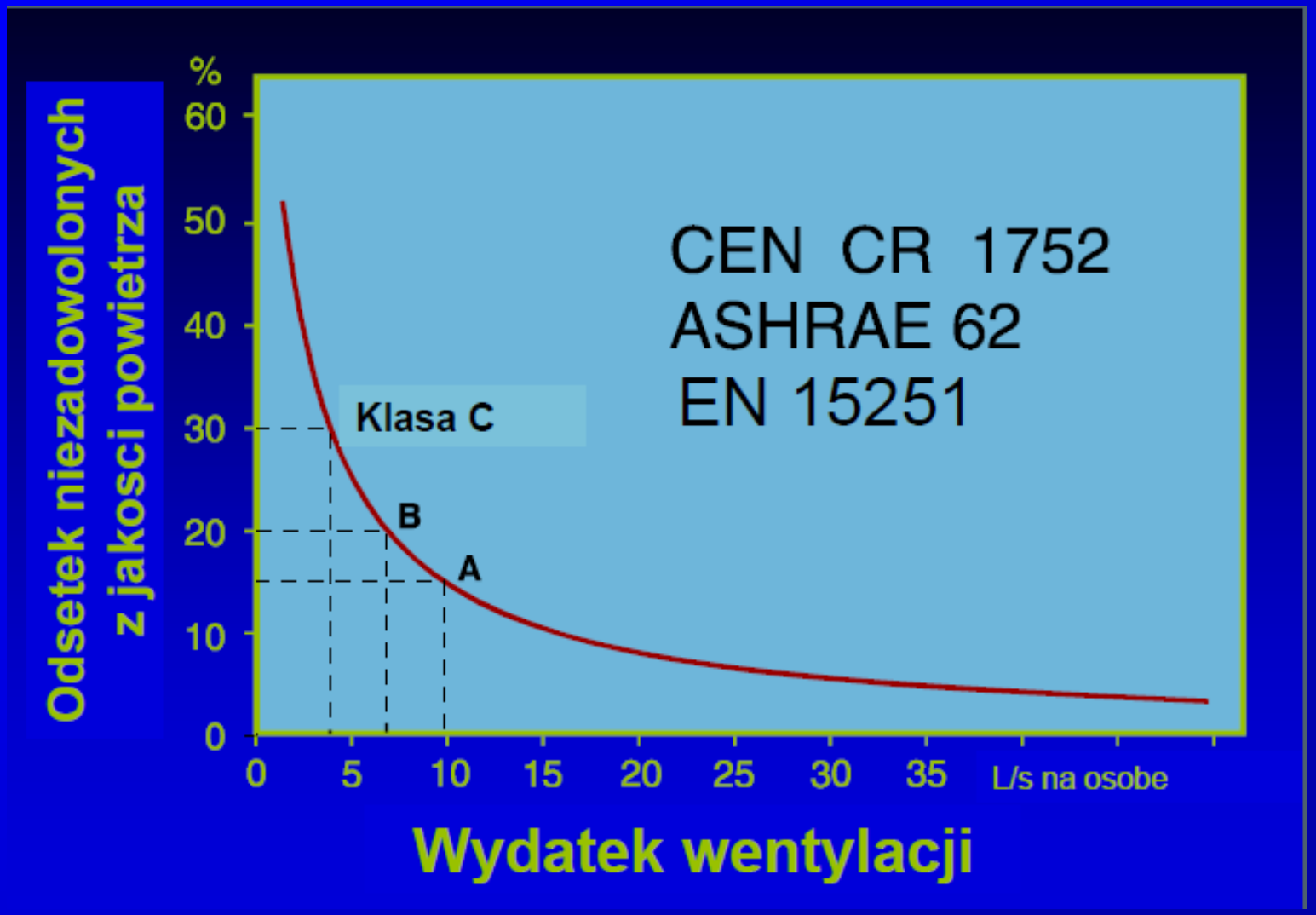
Odczuwalna jakość powietrza - PAQ

- PAQ = mikroklimat + zapach + CO_2 + ozon + zanieczyszczenia gazowe, pyłowe, biologiczne
- Poprawa PAQ powoduje 5-15% wzrost wydajności pracy biurowej i postępów w nauce



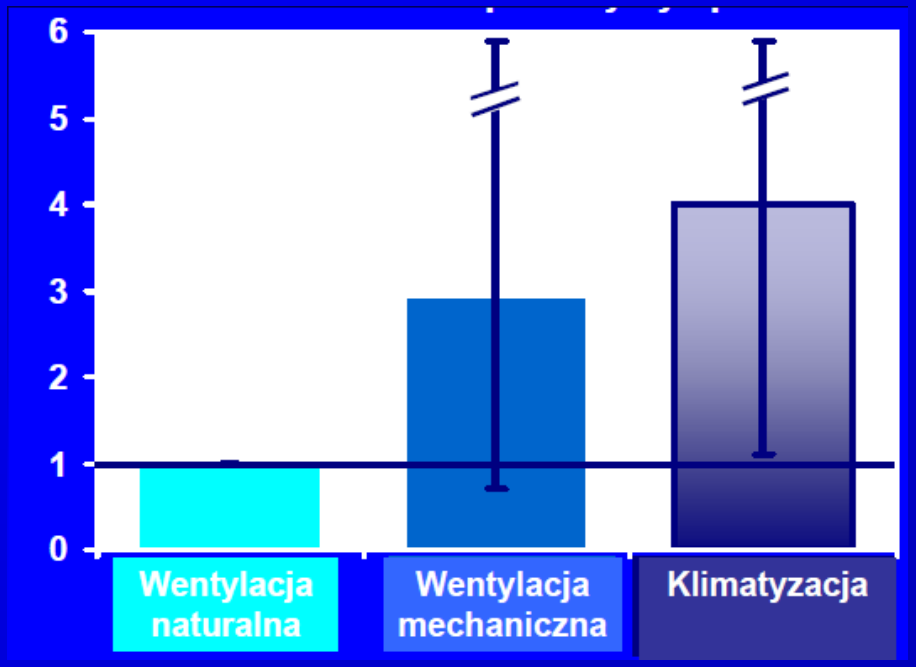
Poprawa PAQ

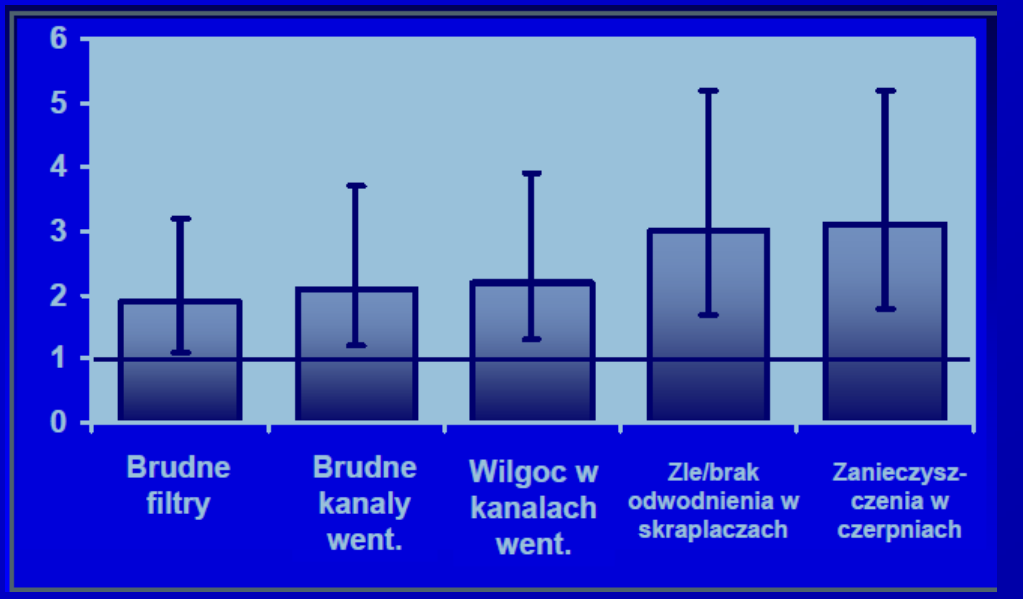
- Poprzez wentylację, oczyszczanie powietrza, usunięcie źródeł zanieczyszczeń (zapachów), utrzymywanie czystości



Syndrom chorego budynku - SBS

- Zespół symptomów wynikających ze złej jakości powietrza w budynkach:
  - podrażnienia oczu, nosa i skóry
  - trudności w koncentracji i w oddychaniu
  - bóle i zawroty głowy
  - zmęczenie, omdlenia

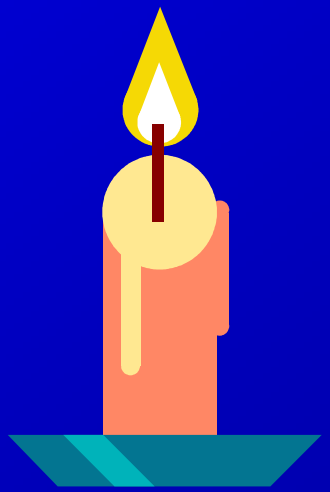




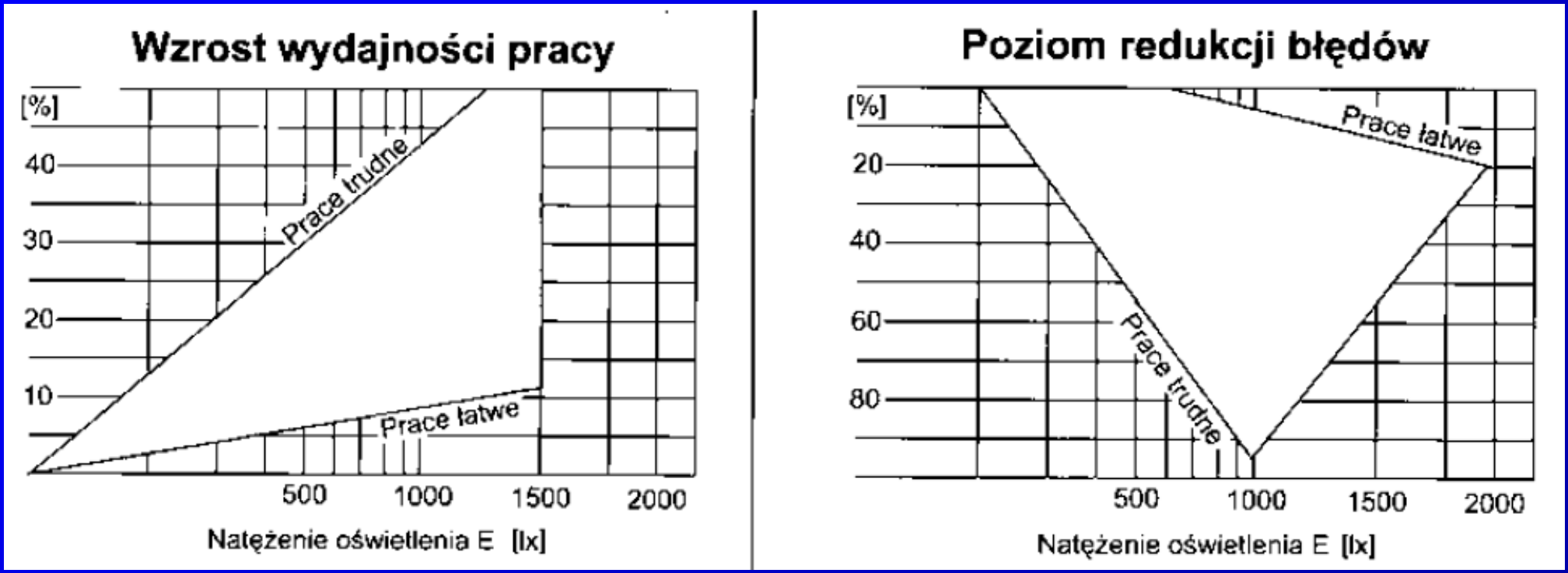
Ryzyko względne SBS w zależności od
- rodzaju wentylacji
- stanu systemów wentylacyjnych

Oświetlenie

- PN-EN 12464 „Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy”.
- Zmęczenie wzroku, błędy, możliwość wypadku.
- Parametry
  - natężenie średnie,
  - równomierność,
  - olśnienie,
  - oddawanie barw,
  - temperatura barwowa,
  - tętnienie.



Oświetlenie a wydajność pracy

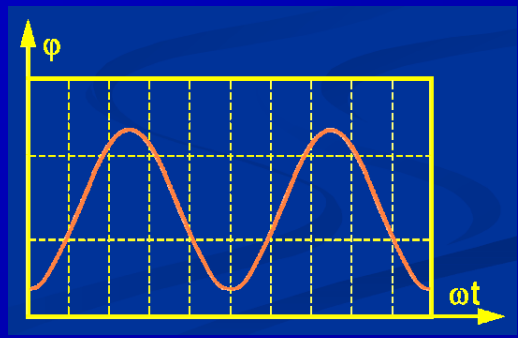


Natężenie średnie, równomierność natężenia oświetlenia

- Natężenie średnie $E_{śr}$ w miejscu pracy:
  - ciągi komunikacyjne 50-100 lx,
  - praca mało dokładna 200-300 lx,
  - praca dokładna 500 lx (czytanie, pisanie, komputer),
  - praca precyzyjna >=750 lx (kreślenie),
  - pole operacji chirurgicznej 100 000 lx.
- Natężenie w otoczeniu miejsca pracy – o jeden poziom niższe
- Równomierność natężenia oświetlenia $E_{min}/E_{śr}$, co najmniej:
  - 0.4 – w otoczeniu miejsca pracy,
  - 0.4-0.7 – w miejscu pracy.

Olśnienie i tętnienie

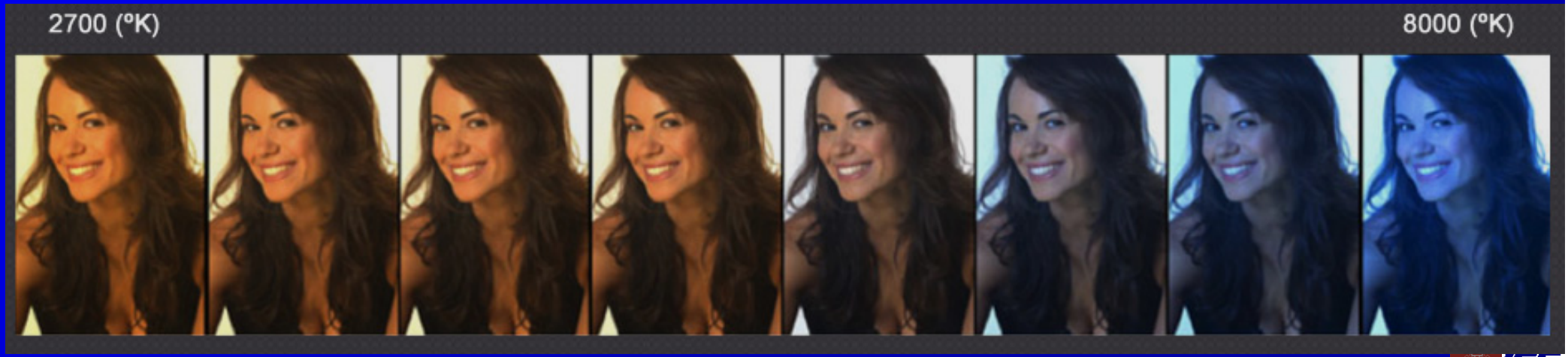
- Olśnienie: przeszkadzające i przykre; mierzone wskaźnikami: UGR we wnętrzach i GR lub TI na zewnątrz:
  - UGR 16 - niedostrzegalne (kreślenie)
  - UGR 19 – małe – praca dokładna (komputer, czytanie),
  - UGR 22 – średnie – praca średnio dokładna,
  - UGR 25 – duże – praca mało dokładna.
- Tętnienie - redukcja przez:
  - stateczniki elektroniczne (np. świetlówki kompaktowe),
  - oprawy antystroboskopowe,
  - zasilanie opraw naprzemiennie z różnych faz,
  - zasilanie prądem stałym.



Temperatura barwowa T_b

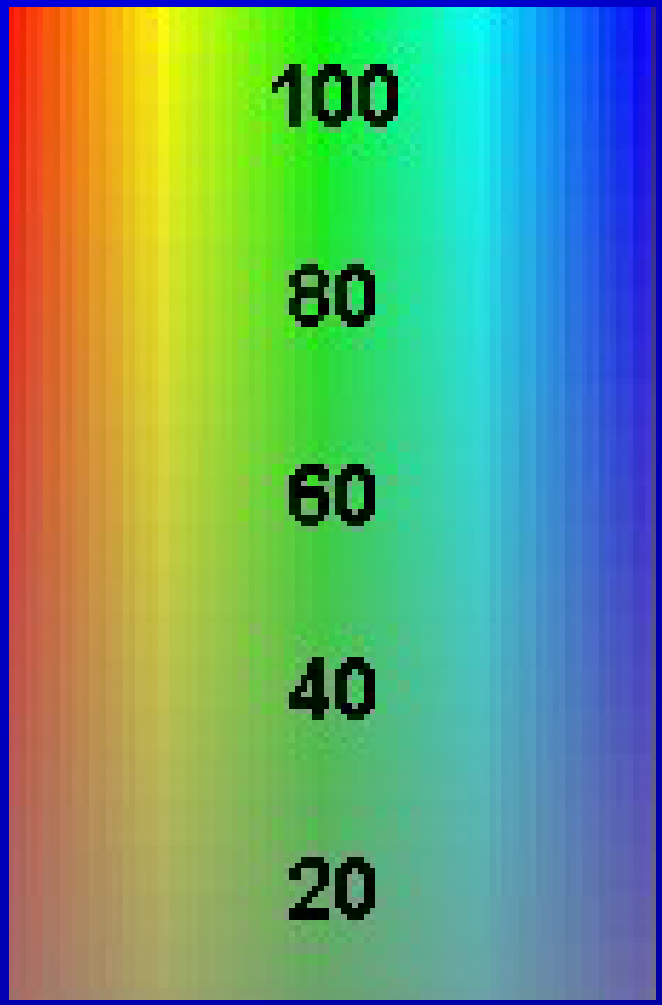
- 2000 K - barwa światła świeczki, lampy sodowej niskoprężnej
- 2800 K - barwa ciepłobiała (żarówka klasyczna)
- 3000 K - wschód i zachód Słońca, żarówka halogenowa
- 4000 K - barwa biała
- 5000 K - barwa chłodnobiała (lampa rtęciowa)
- 6500 K - barwa dzienna
- 10000 - 15000 K - barwa czystego niebieskiego nieba
- 28000 - 30000 K - błyskawica
- **Ma wpływ na samopoczucie**

Temperatura barwowa (2)



Oddawanie barw

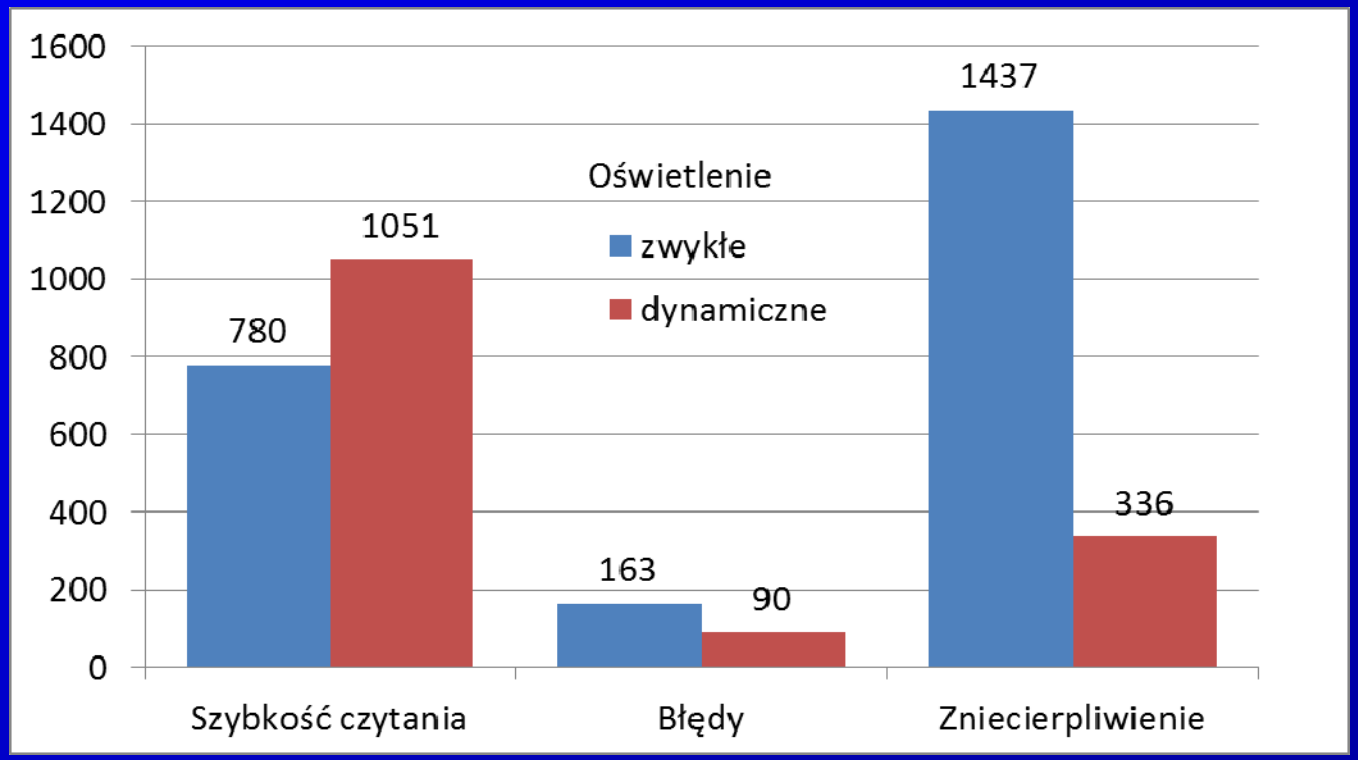
- Oznaczane wskaźnikiem **R_a:**
  - >= 90 - bardzo dobre,
  - 80 - 90 – dobre,
  - 50 - 80 – średnie,
  - < 50 – słabe.
- We wnętrzach zwykle R_a >= 80.
- Oznaczenie źródeł, np. **840**:
  - R_a ~ **85**,
  - T_b ~ **4000** K.



Oddawanie barw (2)

Oświetlenie dynamiczne

- Stosowanie różnego natężenia i barwy światła do różnych zadań. Np. w szkole 4 sceny:
  - *Energia* – silniejsze, zimne światło na poranny start i przywrócenie uwagi
  - *Normal* – standardowy poziom i barwa do zwykłej pracy
  - *Calm* – standardowy poziom, cieplejsze światło dla uspokojenia i przy pracy własnej
  - *Focus* – najsilniejsze, chłodniejsze światło ułatwia koncentracje przy testach



Oświetlenie dynamiczne (2)

Normal What: Standard intensity level, standard colour tone When: Normal class lesson	
Focus What: Highest intensity level, cool colour tone When: Supports concentration for a test	
Energy What: Higher intensity level, very cool colour tone When: Supports a fresh start of the day (morning) or afternoon (after lunch)	
Calm What: Standard intensity level, warm colour tone When: Supports to calm a class that is too hyperactive	

Promieniowanie optyczne

- Promieniowanie widzialne 380 – 780 nm
  - uszkodzenie siatkówki (gł. niebieskie 400-500 nm)
- Promieniowanie spawalnicze: intensywne promieniowanie widzialne i UV
  - uszkodzenia wzroku, oparzenia skóry
- Promieniowanie **UV** 10–380 nm
- Promieniowanie **IR** 780 nm–1 mm (lakiernie, farbiarnie, poligrafia, ogrodnictwo, ..)
  - uszkodzenia wzroku (zaćma), oparzenia skóry
- Promieniowanie laserowe (medycyna, telekomunikacja, przemysł)
  - uszkodzenie siatkówki oka, oparzenia skóry

Promieniowanie UV

- Podział
  - extremalny UV 10-120 nm, promieniowanie jonizujące, b. szybko zanika w powietrzu
  - UV-C 120-280 nm dla dezynfekcji
  - UV-B 280-315 nm
  - UV-A 315-380 nm
- Działanie
  - skóra: rumień, nowotwory (gł. UV-B), starzenie
  - oczy: zapalenie, zaćma

- Występowanie: dezynfekcja (medycyna, przem. spożywczy, ..), utwardzanie lakierów (poligrafia, elektronika, meblarstwo, ..)
- UV w promieniowaniu słonecznym:
  - UV-B (5%) pochłaniane przez warstwę ozonową i chmury, działa na naskórek
  - UV-A (95%) pochłaniane częściowo przez chmury, wnika głębiej
  - Index UV = W/m^2 x 40

Ochrona przed słońcem

typ skóry	charakterystyka
I	Skóra bardzo jasna, często pokryta piegami, włosy jasny blond lub rude, oczy niebieskie.
II	Skóra jasna, włosy blond do brązowych, oczy niebieskie, zielone lub szare.
III	Skóra jasnobrązowa, włosy ciemnoblond lub brązowe
IV	skóra brązowa lub oliwkowa, włosy ciemnobrązowe

Typ skóry	Indeks UV	Zalecane środki ochrony	Rumień po [min]
I	>10	pozostawać w budynku	<15
	7-9	okulary, nakrycie głowy, ubranie, cień	20
	4-6		30
	1-3	brak	-
III	>10	okulary, nakrycie głowy, ubranie, cień	<30
	7-9	okulary, nakrycie głowy, ubranie	40
	4-6	okulary, nakrycie głowy	60
	1-3	brak	-

Pochłanianie przez chmury				
Oktanty	0 – 2	3 – 4	5 – 6	7 - 8
Wysokie	1.0	1.0	1.0	0.9
Średnie	1.0	1.0	0.8	0.5
Niskie	1.0	0.8	0.5	0.2
Mgła	-	-	-	0.4
Deszcz	-	-	-	0.2

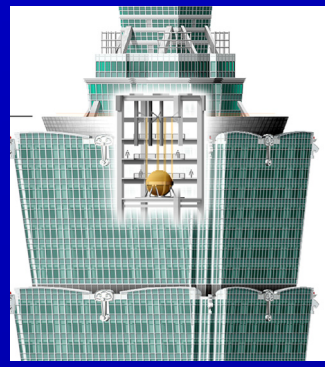
Drgania mechaniczne

- **Ogólne**, przenoszone na korpus poprzez nogi, miednicę, plecy lub barki (0.9 – 90 Hz, maks. wrażliwość **0.9 – 9 Hz**), kierowcy i operatorzy maszyn drogowych i budowlanych
  - układ kostny
  - narządy wewnętrzne
- **Miejscowe** przenoszone na korpus poprzez ręce (5.6 – 1400 Hz, maks. wrażliwość **5.6 – 20 Hz**), operatorzy narzędzi ręcznych wibrujących:
  - układ naczyniowy
  - układ kostno-stawowy } "zespół wibracyjny"
  - układ nerwowy

- Działanie zależne od:
  - amplitudy i częstotliwości drgań
  - czasu narażenia
  - miejsca wnikania i kierunku propagacji
- Wartości graniczne:
  - drgania ogólne: dla ekspozycji 8 godzinnej 0.8 m/s^2, dla ekspozycji 30 min 3.2 m/s^2
  - drgania miejscowe: dla ekspozycji 8 godzinnej 2.8 m/s^2, dla ekspozycji 30 min 11.2 m/s^2

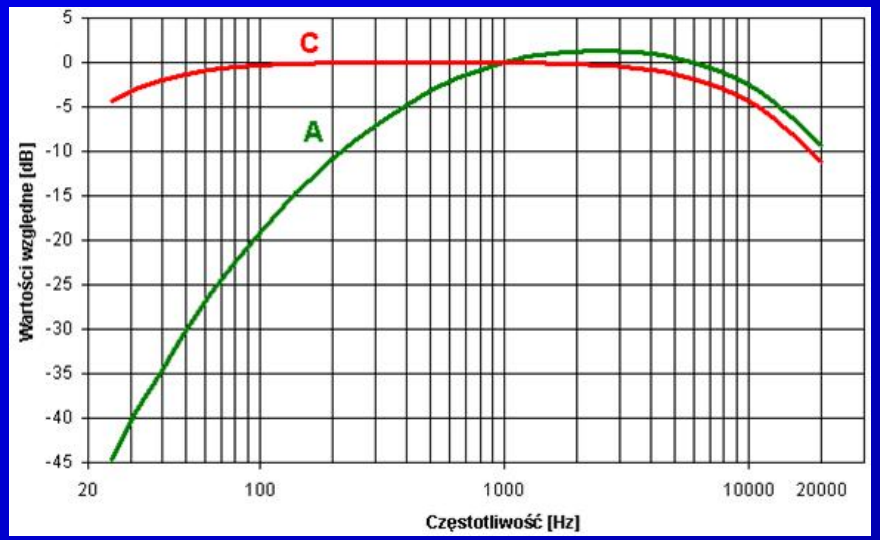
Przeciwdziałanie drganiom

- Minimalizacja drgań u źródeł ich powstawania (wyrównywanie lub eliminacja sił zderzeniowych, minimalizacja luzów, wyrównoważenie elementów wirujących)
- Dodatkowe układy redukujące drgania (eliminatory drgań pasywne i aktywne, pokrycia tłumiące, materiały przeciw drganiowe gumowe, sprężynujące i inne),
- Tłumienie drgań na drodze propagacji (szczeliny dylatacyjne, maty, podkładki, zmiany parametrów układu, sposób posadowienia źródeł drgań, regulacja sztywnością konstrukcji budowlanych),
- Zdalna obsługa
- Prawno-organizacyjne: czas pracy, szkolenia
- Indywidualne: rękawice antywibracyjne



Hałas

- Infradźwięki (2 – 20 Hz)
  - PN-86/N-01338. Hałas infradźwiękowy
- Ultradźwięki powyżej 20 kHz
  - PN-86/N-01321. Hałas ultradźwiękowy
- Słyszalny (20 Hz – 20 kHz)
  - ograniczenie:
    - poziom ekspozycji dla 8 godzinnego dnia pracy 80 dB / 85 dB
    - maksymalny poziom dźwięku A 115 dB
    - szczytowy poziom dźwięku C 135 dB



  - metody zwalczania:
    - technicznie aktywne: użycie dodatkowych źródeł energii
    - ochrony osobistej: wkładki do przewodu usznego, nauszniki, hełmy
    - u źródła emisji: łożyska, silniki, przekładnie, 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, geometria pomieszczenia, jego chłonność, kontrola czasu pracy, ograniczenia, nakazy i zakazy

Działanie hałasu

Równo-ważny poziom dźwięku dB	Ryzyko utraty słuchu [%]							
	Czas narażania, lata							
	5	10	15	20	25	30	35	40
mniejsze od 80	0	0	0	0	0	0	0	0
85	1	3	5	6	7	8	9	10
90	4	10	14	16	16	18	20	21
95	7	17	24	28	29	31	32	29
100	12	29	37	42	43	44	44	41
105	18	42	53	58	60	62	61	54
110	26	55	71	78	78	77	72	62
115	36	71	83	87	84	81	75	64

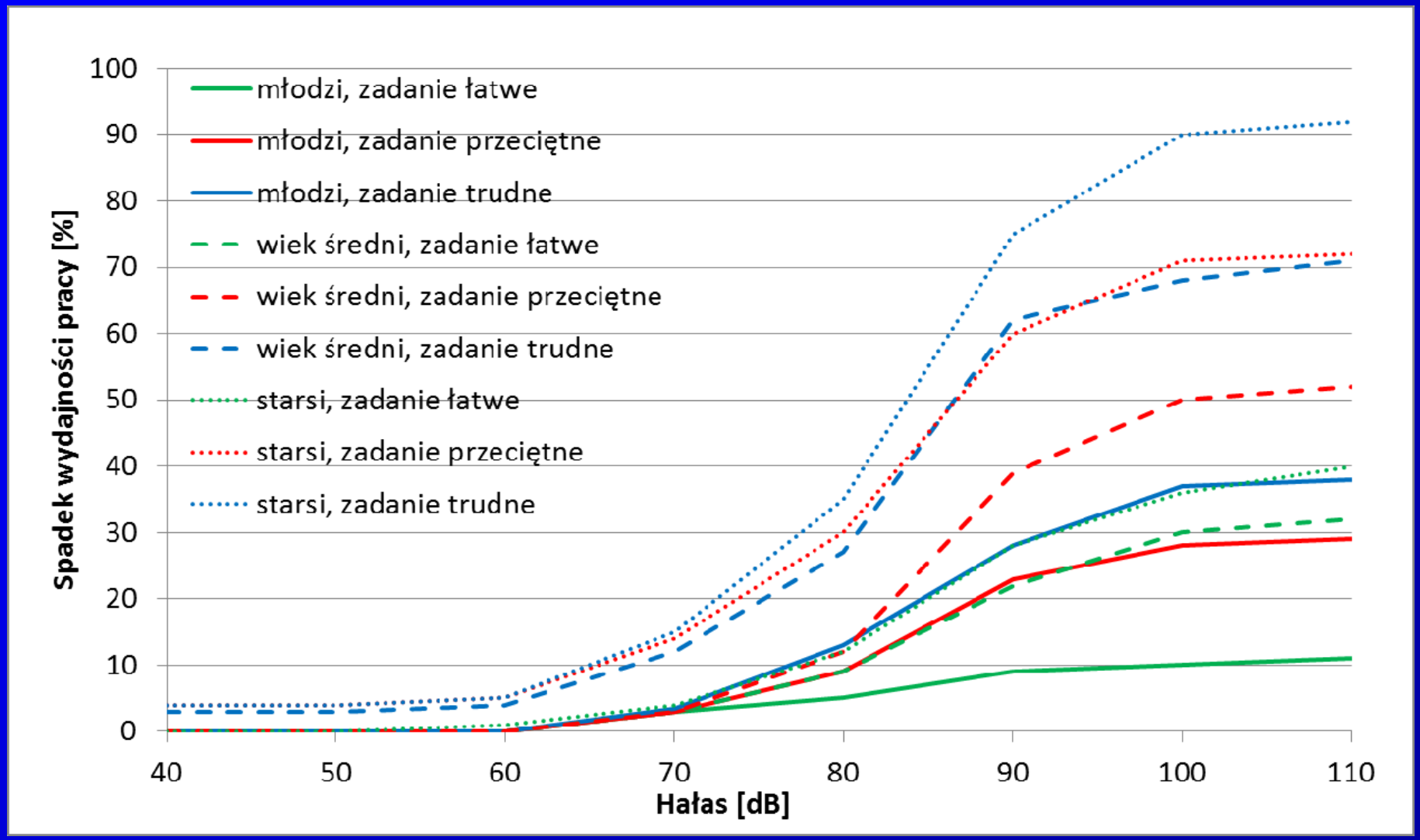
- Na organ słuchu :
  - upośledzenie sprawności słuchu w postaci podwyższenia progu słyszenia, w wyniku długotrwałego narażenia na hałas, o równoważnym poziomie dźwięku A przekraczającym 80 dB
  - uszkodzenia struktur anatomicznych narządu słuchu, będące zwykle wynikiem jednorazowych i krótkotrwałych ekspozycji na hałas o szczytowych poziomach ciśnienia akustycznego powyżej 130 ÷ 140 dB
- Pozasłuchowe działanie hałasu – powyżej 75 dB, choroby nerwowe, wrzodowa

Używanie słuchawek

- Słuchawki nauszne a nie douszne – lepiej tłumią hałasy, utrzymują poduszkę powietrzną miedzy źródłem dźwięku a uchem
- Słuchawki aktywne (wysoka cena) lub z ustawianym ograniczeniem poziomu dźwięku
- Ustawianie ograniczenia poziomu dźwięku na urządzeniu odtwarzającym

Bezpieczny czas słuchania muzyki w zależności od poziomu dźwięku								
Głośność [dB (A)]	83	86	89	92	95	98	101	104
Czas [min]	240	120	60	30	15	8	4	2
Odtwarzacz mp3 przy maksymalnej głośności i słuchawkach dousznych: 103 dB								

Wpływ hałasu na wydajność przy zadaniu poznawczym



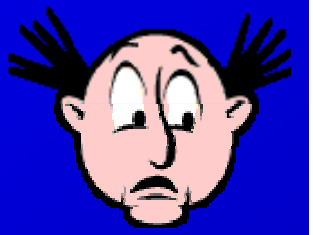
Typowe poziomy hałasu [dB]

silnik odrzutowy na niskich obrotach z 1 m	120 - 130
młot pneumatyczny z odległości 1 m	115
ręczna piła łańcuchowa z odległości 1 m	115
koncert rockowy	100 - 110
hala w przemyśle włókienniczym	103
prasa drukarska	95
kosiarka do trawy z odległości 1 m	92
ciężarówka przy prędkości 50 km/h z odległości 20 m	85
hałas denerwujący	70
samochód osobowy przy prędkości 60 km/h z odległości 20 m	65
rozmowa z odległości 1 m	55
hałas zakłócający	50
cichy pokój	40

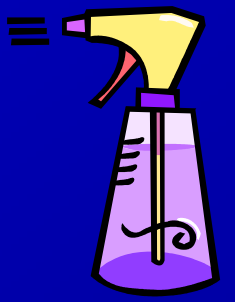
Energia elektryczna i magnetyczna

- Porażenie prądem elektrycznym
- Poparzenie prądem i łukiem elektrycznym
- Zagrożenie pożarowe i wybuchowe od prądu elektrycznego
- Zagrożenie pożarowe, porażeniowe i wybuchowe od wyładowań atmosferycznych
- Uszkodzenie urządzeń na skutek przepięć spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi
- Statyczne pole elektryczne i magnetyczne
- Pole elektromagnetyczne zmienne

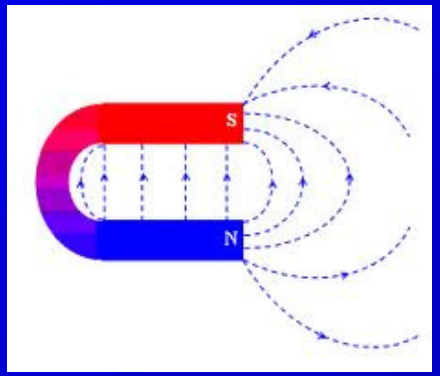
Statyczne pole elektryczne



- Zagrożenia
  - pożarowe i wybuchowe
  - zakłócenia procesów technologicznych
  - działanie na organizm ludzki
    - niemiłe odczucie: mrowienie skóry, włosy
- Ochrona
  - uziemianie
  - antystatyzacja
  - zwiększanie wilgotności powietrza
  - ekranowanie
  - neutralizacja (wytwarzanie jonów przeciwnych)

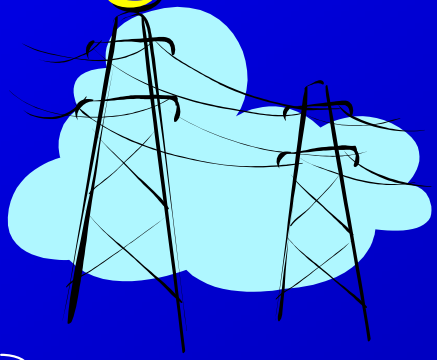


Statyczne pole magnetyczne



- Zagrożenia
  - zakłócenia procesów technologicznych
  - zakłócenie pracy urządzeń (rozruszniki serca)
  - działanie na organizm ludzki przy dużym natężeniu ~8 T
    - na układ nerwowy i serce przy poruszaniu się (prądy indukowane w komórkach)
    - na samopoczucie
- Ochrona
  - osłona z materiałów o dużej podatności magnetycznej lub nadprzewodników

Wpływ pola elektromagnetycznego na organizmy żywe



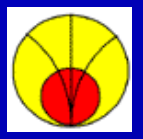
- W zależności od częstotliwości:
  - ponad $6x10^{19}$ Hz - promieniowanie γ
  - $3x10^{16}$ – $6x10^{19}$ Hz - promieniowanie rentgenowskie (X)

  } **promieniowanie jonizujące**
  - $3x10^{9}$ – $3x10^{16}$ Hz – **promieniowanie optyczne**
  - do $3x10^{9}$ Hz – promieniowanie radiowe
    - $3x10^{6}$ – $3x10^{9}$ Hz (mikrofale) – układ nerwowy, wzrok
    - ponad 10^{5} Hz - efekt cieplny
    - poniżej 10^{5} Hz - nie wykazano jednoznacznie negatywnego oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego na człowieka
- Obecnie panuje zgodny pogląd, że pole elektromagnetyczne są nieszkodliwe w zakresie natężeń spotykanych w obszarach ogólnie dostępnych dla ludności. Dla 50 Hz generalnie ograniczone do **10 kV/m** (**1 kV/m** dla obszarów mieszkalnych, przedszkoli, szpitali) i **80 A/m**.

Pole elektromagnetyczne zmienne i stałe na stanowiskach pracy

Trzy strefy ochronne (wartości dla 50 Hz)

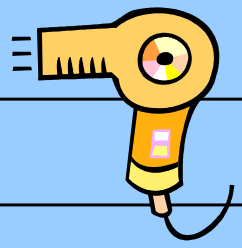
- strefa pośrednia - przebywanie pracowników dopuszczalne w czasie całej zmiany roboczej (8 h): $67 < H < 200$ A/m, $5 < E < 10$ kV/m,
- strefa zagrożenia - przebywanie pracowników jest ograniczone: $0.2 < H < 2$ kA/m, $10 < E < 20$ kV/m, $E^2t < 800$ $(kV/m)^2h$, $H^2t < 0.32$ $(kA/m)^2h$
- strefa niebezpieczna - przebywanie pracowników zabronione: $H > 2$ kA/m, $E > 20$ kV/m



- Obszar poza zasięgiem stref ochronnych jest obszarem strefy bezpiecznej (bez ograniczeń czasowych)

Wartości pola i indukcji elektromagnetycznej

Urządzenie	E [V/m]	H [μT] (1 A/m ~ 1.25 μT)
żelazko	60	0.4
maszynka do golenia		500
telewizor	60	2
suszarka do włosów	40	100
linia 220 kV w odl. 20 m	900	5.6
linia 220 kV w odl. 100 m	400	0.3
linia 230 V w odl. 6 m	1.2	0.003
linia 230 V w odl. 0.2 m	1080	2.7



Promieniowanie jonizujące

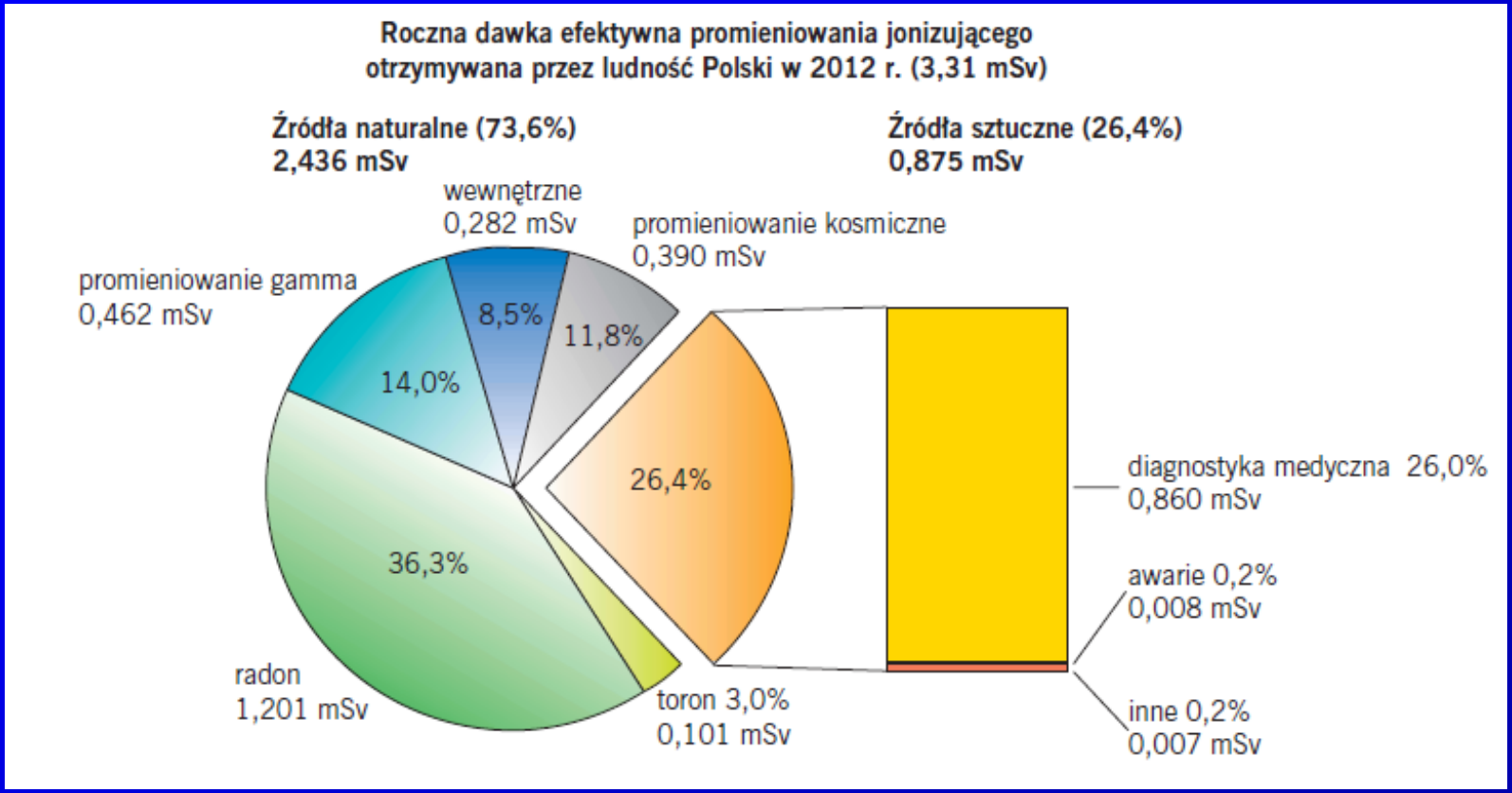
- Przenikając przez materię wytwarza jony: wybija elementy z atomu lub atomy z wiązań chemicznych i układów krystalicznych.
  - elektromagnetyczne
    - γ – <5 pm, duża przenikalność zależna od energii (dł. fali)
    - X – 10 nm – 5 pm, przenikalność mniejsza od γ, zależna od energii,
    - ekstremalny UV – 10 – 124 nm, bardzo szybko tłumiony w powietrzu
  - cząstkowe
    - α – (jądra atomu helu) bardzo mała przenikliwość, zatrzymuje je kartka papieru
    - β – (elektrony lub pozytrony) mała przenikliwość, zatrzymuje je warstwa blachy
    - inne – neutrony, mezony, protony, promieniowanie kosmiczne
- Występowanie:
  - techniki radiacyjne (sterylizacja, modyfikacja polimerów i in., γ, β)
  - mierniki izotopowe w przemyśle (γ, β)
  - radiografia (γ, X)
  - znaczniki promieniotwórcze (γ, β)
  - czujki dymu (α)
  - diagnostyka medyczna (X, γ)
  - radioterapia (γ)
  - energetyka jądrowa w tym składowiska (α, β, γ, X)
  - kopalnie (radon, α)

Promieniowanie jonizujące (2)

- Działanie:
  - deterministyczne (wymagana dawka min.)
    - miejscowe – oparzenia, martwica tkanek (5 – 20 dni po)
    - układowe - choroba popromienna ostra (1 Sv, kilka – kilkadziesiąt godzin po, mózg, jelita, krew), śmiertelność 25% (3 Sv) - 100% (6 Sv)
  - stochastyczne (prawdopodobieństwo zależne od dawki), odległe w czasie (kilka – kilkanaście lat po): nowotwory (białaczka) i in.

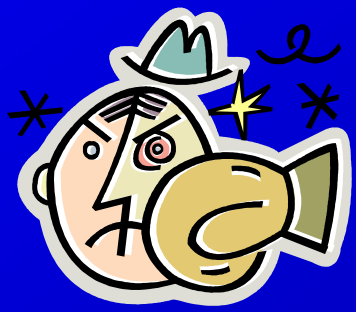
- Ochrona:
  - osłony (dla γ i X pochłanianie zależy od masy atomowej pierwiastka, dla β szkło organiczne)
  - odległość
  - dozymetria indywidualna i środowiskowa

Promieniowanie jonizujące (3)



1 prześwietlenie – 0.1 – 4 mSv
1 h lotu samolotem odrzutowym – 0.005 mSv
roczna dawka dopuszczalna dla pracownika:
- kat. B do 6 mSv,
- kat. A do 20 mSv

Czynniki mechaniczne

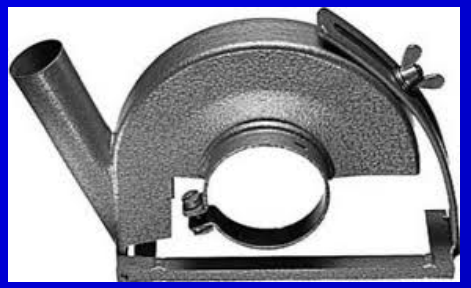


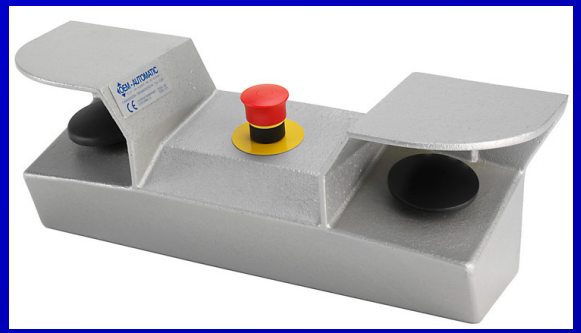
- Przemieszczające się maszyny oraz transportowane przedmioty
- Elementy ruchome
- Elementy ostre, wystające, chropowate
- Elementy spadające
- Płyny i gazy pod ciśnieniem
- Śliskie, nierówne powierzchnie
- Ograniczone przestrzenie (dojścia, przejścia, dostępy)
- Praca na wysokości oraz w zagłębieniach
- Inne, np. żywe zwierzęta

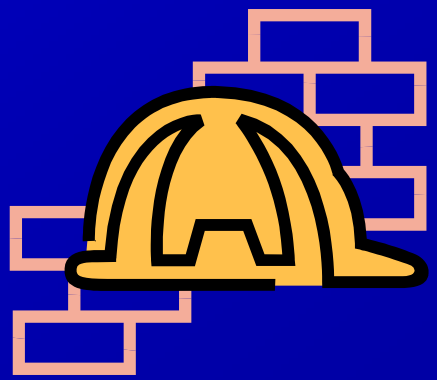
Praca na wysokości

Zapobieganie zagrożeniom mechanicznym

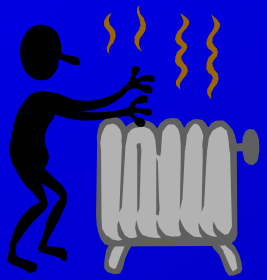
- Rozwiązania konstrukcyjne
- Automatyzacja
- Osłony
- Bariery
- Urządzenia ochronne (oburęczne sterowanie, czujniki fotoelektryczne, blokady, rygle)
- Środki ochrony indywidualnej (kaski, buty, rękawice)







Czynniki termiczne



- Wysoka temperatura
  - nagrzane powierzchnie urządzeń
  - gorące ciecze (woda, olej), gazy (para wodna), masy (asfalt)
  - iskry i odpryski metali, żużlu i in.
  - otwarty płomień
- Niska temperatura
  - oziębione powierzchnie urządzeń
  - zimne ciecze (azot), gazy

Pyły

- Pyły o działaniu
  - **zwłókniającym** (pylicotwórczym) - pyły pochodzenia mineralnego zawierające krystaliczny dwutlenek krzemu (kwarc, krystobalit, trydymit) oraz pyły krzemianów (azbest, mika, talk),
  - **chemicznym:** (toksycznym, drażniącym, alergizującym, rakotwórczym),
  - **radioaktywnym** - pierwiastki promieniotwórcze,
  - **biologicznym** – (alergicznym, infekcyjnym),
  - **wybuchowym** (bawełna).
- Działanie zależy od rodzaju i wielkości cząsteczek pyłu, jego stężenia w powietrzu i czasu ekspozycji.

Ochrona przed pyłem

- Ocena ryzyka – NDS: narażenie większe niż NDS jest niedopuszczalne, dla narażenia większego niż 0.5 NDS zaleca się stosowanie środków ochronnych
- Zapobieganie
  - hermetyzacja procesów produkcyjnych
  - wentylacja
  - wentylacja z filtracją
  - indywidualne maski

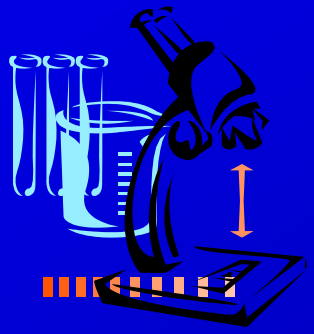
Działanie substancji chemicznych

- **Bardzo toksyczne** (<25 mg/kg) - działające bardzo toksycznie po połknięciu, w kontakcie ze skórą, w wyniku wchłaniania przez drogi oddechowe. Zagrażają powstaniem bardzo poważnych, nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia człowieka,
- **Toksyczne** (25 - 200 mg/kg) - działające toksycznie po połknięciu, w kontakcie ze skórą, w wyniku wchłaniania przez drogi oddechowe (tlenek węgla). Zagrażają powstaniem bardzo poważnych, nieodwracalnych zmian stanie zdrowia człowieka,
- **Szkodliwe** (200 - 2000 mg/kg) - działające szkodliwie po połknięciu, w kontakcie ze skórą, w wyniku wchłaniania przez drogi oddechowe. Możliwe powstanie nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia człowieka,
- **Żrące** - powodujące poważne oparzenia,
- **Drażniące** - działające drażniąco na błony śluzowe oczu i dróg oddechowych oraz skórę (amoniak, chlor, tlenki azotowe, fluorowodór, kleje, rozpuszczalniki, związki ftalowe),
- **Uczulające** - wywołujące uczulenia (alergie) najczęściej na skórze człowieka, po jej zetknięciu się z nimi (stany zapalne, wypryski) lub zmiany w układzie oddechowym (związki chromu, niklu, kobaltu, formalina, fenol),
- **Rakotwórcze** – powodujące zmiany nowotworowe (**azbest**, benzen, arsen, produkty ropopochodne),
- **Mutagenne** - powodujące trwałe zmiany w materiale genetycznym przekazywanym następnym pokoleniom (iperyt, formalina, benzen, kwas azotowy). Mogą to być również leki wprowadzone do organizmu matki i działające szkodliwie na płód.
- **Szkodliwe na rozrodczość** - powodujące obniżenie płodności u mężczyzn (benzen, ołów) lub poronienia u kobiet (rozpuszczalniki organiczne)

Zatrucie

- Zatrucie
  - **ostre** - w wyniku wchłonięcia do organizmu dawki substancji w krótkim czasie i charakteryzuje się dużą dynamiką objawów klinicznych. W skrajnych przypadkach może prowadzić do śmierci.
  - **podostre** - objawy działania toksycznego substancji występują w sposób mniej gwałtowny po wchłonięciu dawki jednorazowej lub kilkakrotnej.
  - **przewlekłe** - proces chorobowy powstaje w wyniku długotrwałego oddziaływania szkodliwej substancji chemicznej na człowieka. Odznaczają się stopniowym narastaniem objawów chorobowych, które w początkowym okresie mogą być trudno uchwytne i nie zawsze są przypisywane działaniu substancji chemicznych.
- Działanie
  - **miejscowe** - głównie działanie żrące i drażniące, w wyniku bezpośredniego kontaktu substancji chemicznych ze skórą, błonami śluzowymi oczu i górnych dróg oddechowych.
  - **układowe** - powoduje morfologiczne lub czynnościowe zmiany w poszczególnych układach lub narządach człowieka - w ośrodkowym i obwodowym układzie nerwowym (pary rtęci i ołów), układzie oddechowym, wątrobie (nitrozwiązki), nerkach, układzie sercowo-naczyniowym (benzen). Mogą również działać uczulająco na skórę i drogi oddechowe - objawy są podobne do działania miejscowego, natomiast mechanizm działania substancji ma charakter układowy, zaatakowany jest bowiem układ immunologiczny człowieka.

Ocena działania substancji chemicznych



- **NDS** - Najwyższe Dopuszczalne Stężenia substancji toksycznych, które określają najwyższe stężenie substancji w powietrzu dla 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.
- **NDSCh** – Najwyższe Dopuszczalne Stężenie Chwilowe danej substancji - najwyższe, ale występujące w powietrzu na stanowisku pracy przez okres nie dłuższy niż jednorazowo 15 minut i nie częściej niż dwa takie okresy w ciągu zmiany roboczej.
- **NDSP** – Najwyższe Dopuszczalne Stężenie Pułapowe – stężenie, które nie może być przekroczone w żadnym momencie
- **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).
- Określone dla ok. 500 substancji chemicznych i pyłów (na kilka tys.)

Ochrona przed substancjami chemicznymi

- Automatyzacja procesów produkcyjnych
- Wentylacja, filtracja
- Składowanie odpadów
- Izolacja stanowisk pracy
- Skracanie czasu pracy
- Środki ochrony indywidualnej: maski, kombinezony, rękawice

Czynniki biologiczne

- Działanie:
  - **choroby zakaźne i inwazyjne**: pasożyty, wirusy, bakterie, grzyby,
  - **alergie**: grzyby, roztocza,
  - **zatrucia**: mikrotoksyny.
- Przenoszenie:
  - **drogą kropelkowa** (układ oddechowy),
  - **drogą pokarmową,**
  - **przez kontakt** (skóra, oczy, błony śluzowe).
- Występowanie:
  - przemysł spożywczy,
  - służba zdrowia,
  - laboratoria,
  - leśnictwo, rolnictwo,
  - archiwa, muzea,
  - pomieszczenia klimatyzowane.

Czynniki biologiczne – grupy zagrożenia

I. Wywołanie chorób wśród ludzi mało prawdopodobne

II. Mogą wywoływać choroby uleczalne, których rozprzestrzenienie w populacji jest mało prawdopodobne (zapalenie płuc, borelioza)

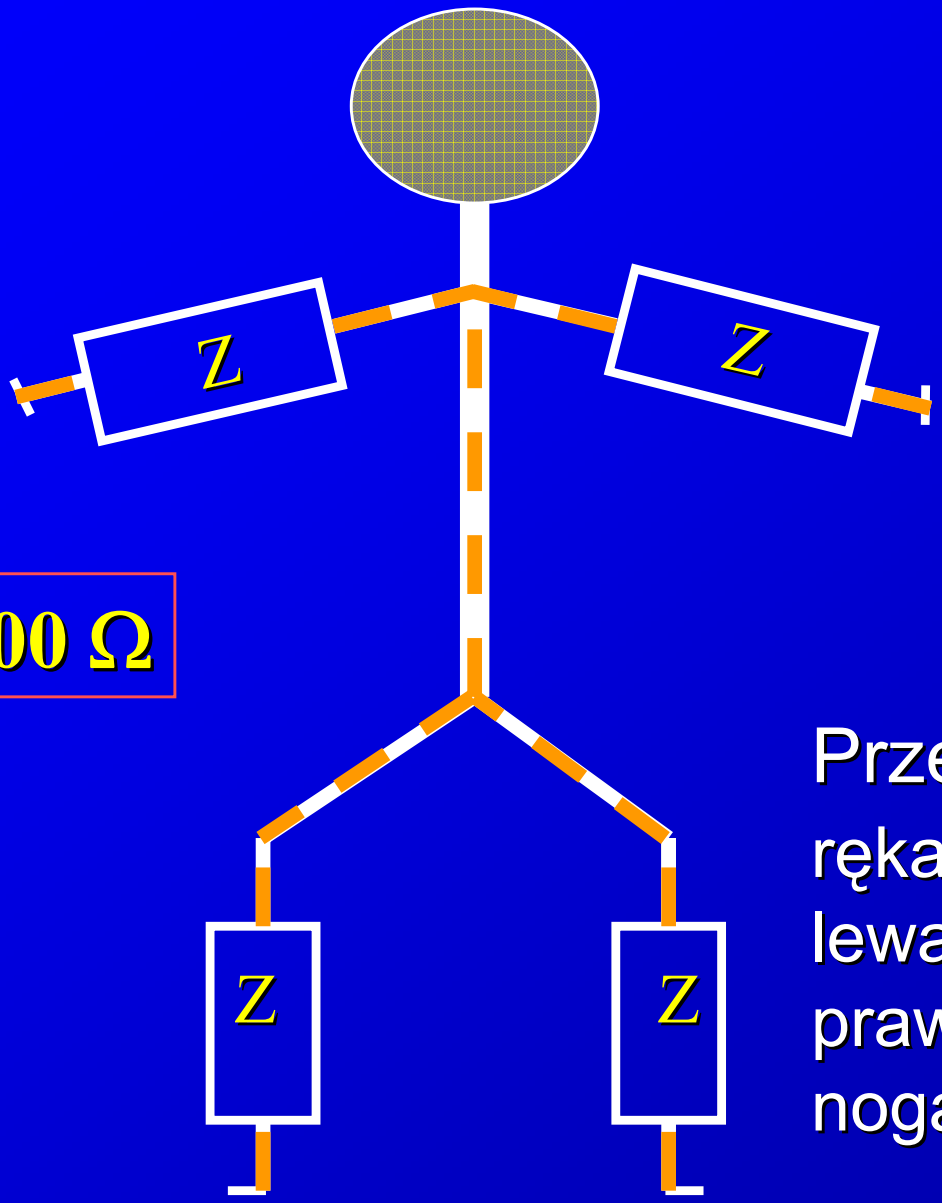
III. Mogą wywoływać ciężkie niebezpieczne ale uleczalne choroby, których rozprzestrzenianie w populacji jest bardzo prawdopodobne (salmonella, HIV, HCV, wścieklizna)

IV. Mogą wywoływać ciężkie niebezpieczne nieuleczalne choroby, których rozprzestrzenianie w populacji jest bardzo prawdopodobne (Ebola, ospa prawdziwa)

Czynniki biologiczne – środki ochrony

Środki bezpieczeństwa	Grupa zagrożenia		
	II	III	IV
Znak zagrożenia skażenia biologicznego	Tak	Tak	Tak
Ograniczenie dostępu	Zalecane	Tak	Tak, przez komorę powietrzną
Ubranie personelu	Odzież robocza	Odzież ochronna	Odzież ochronna całkowicie zmieniana
Środki ochrony układu oddechowego, oczu, twarzy, rąk i stóp	Tak	Tak	Kombinezony gazoszczelne oraz izolujący sprzęt układu oddechowego
Środki odkażające	Tak	Tak	Tak

Impedancja ciała człowieka (50 Hz)



Z = 500 Ω

Przez serce:

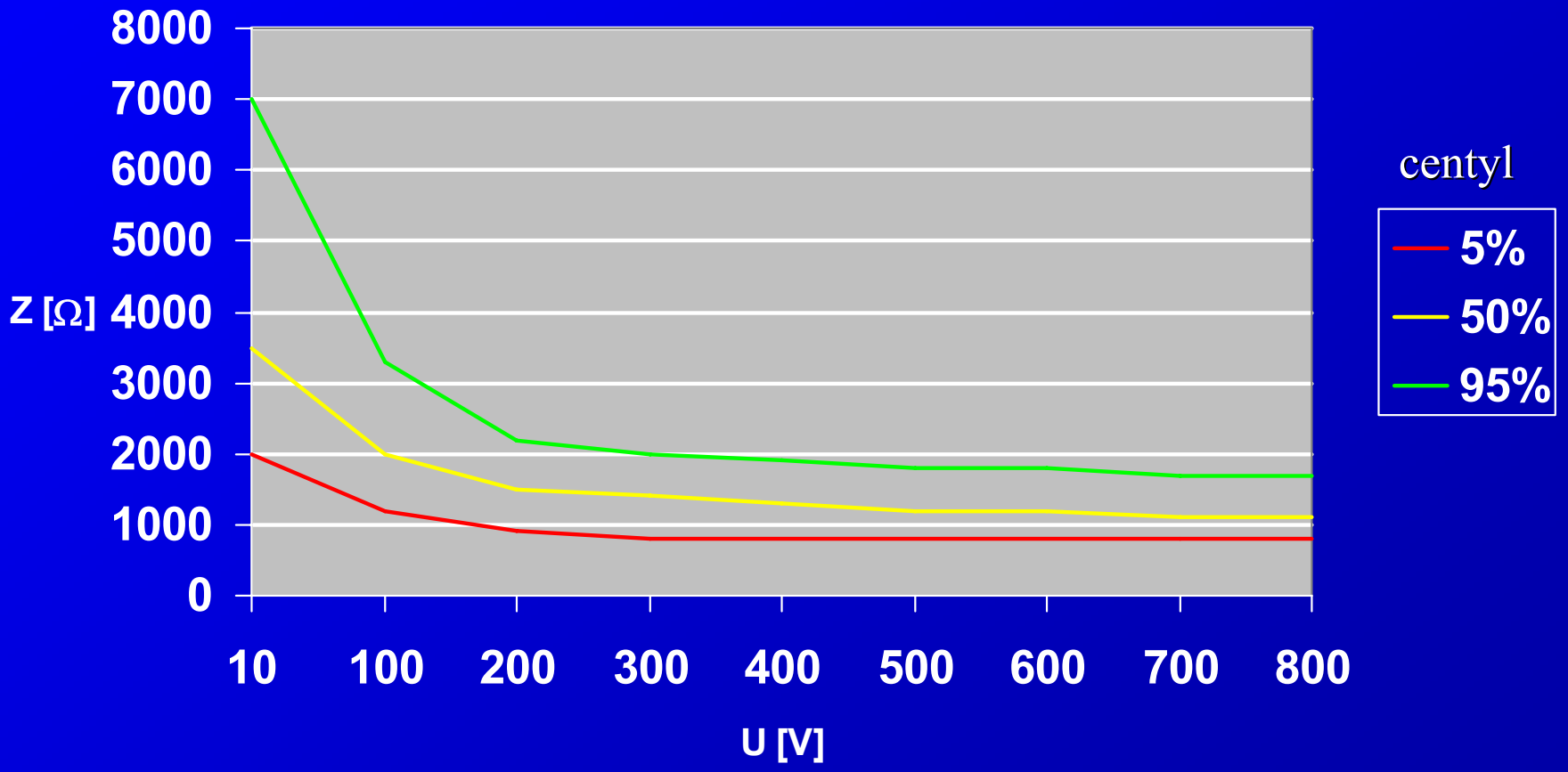
ręka – ręka: 3.3%

lewa ręka – nogi: 3.7%

prawa ręka – nogi: 6.7%

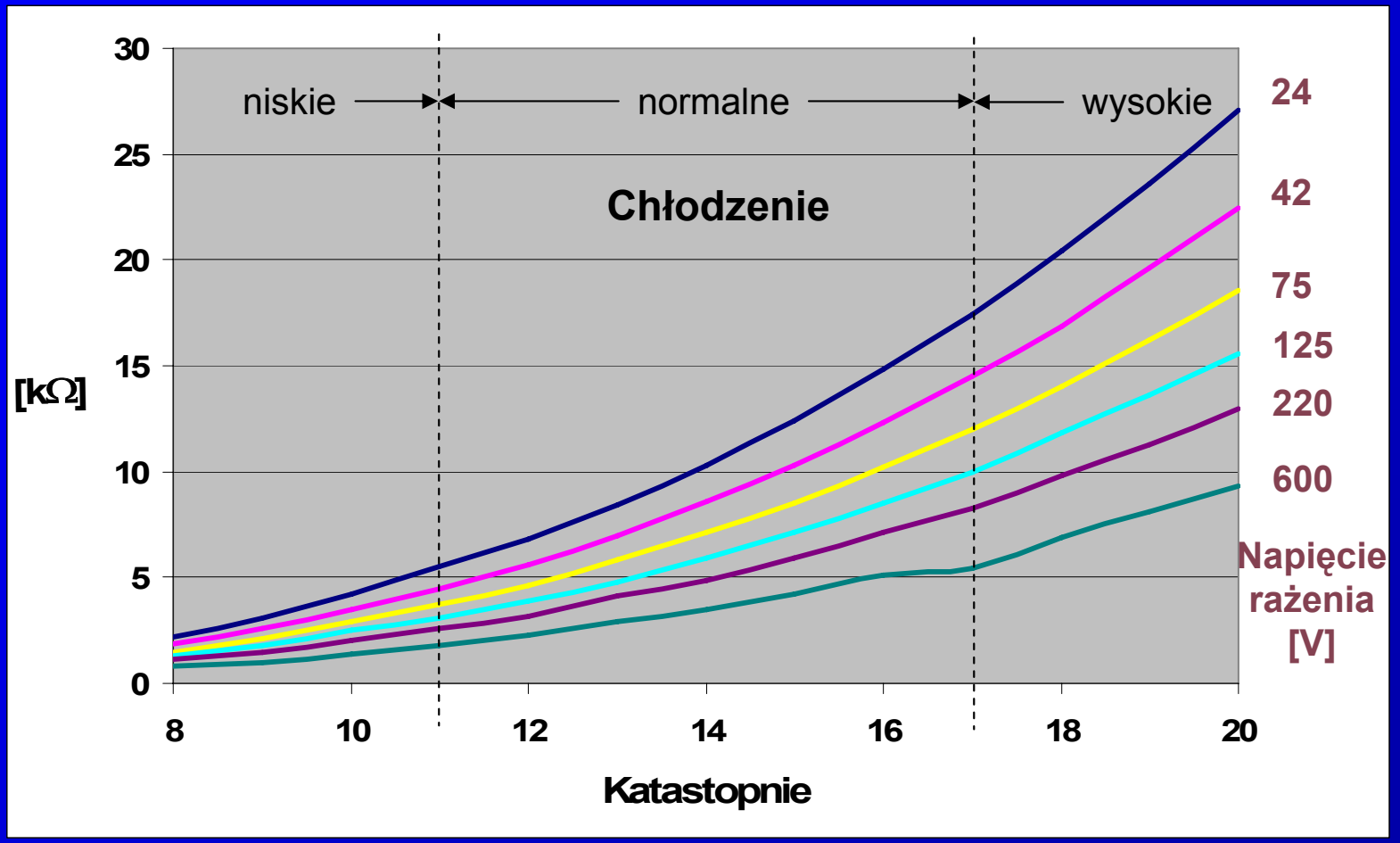
noga – noga: 0.4%

Zmiany impedancji ciała człowieka (50 Hz)



Dla prądu stałego wartości są wyższe o 10-20% w zakresie do 200 V

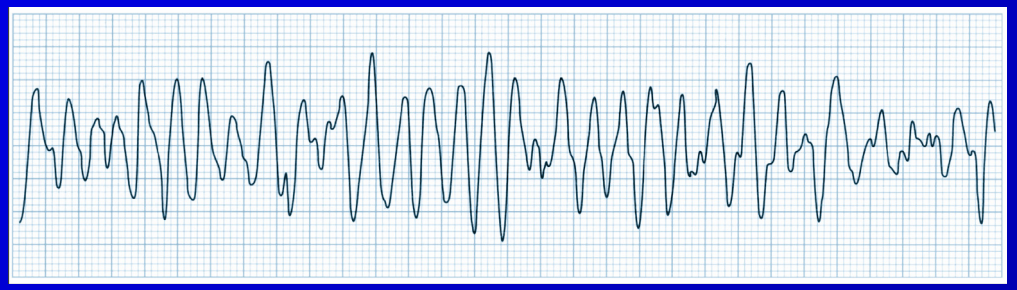
Wpływ mikroklimatu

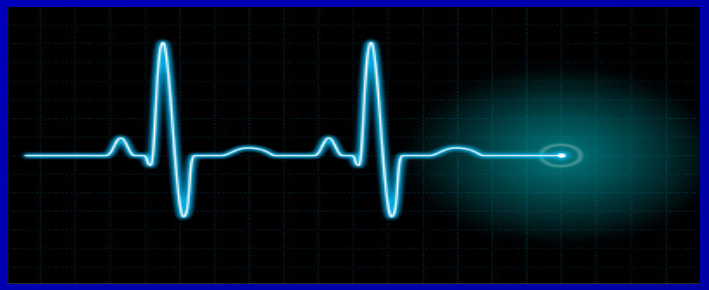


Impedancja na drodze ręka-nogi w zależności od chłodzenia

Skutki rażenia prądem elektrycznym

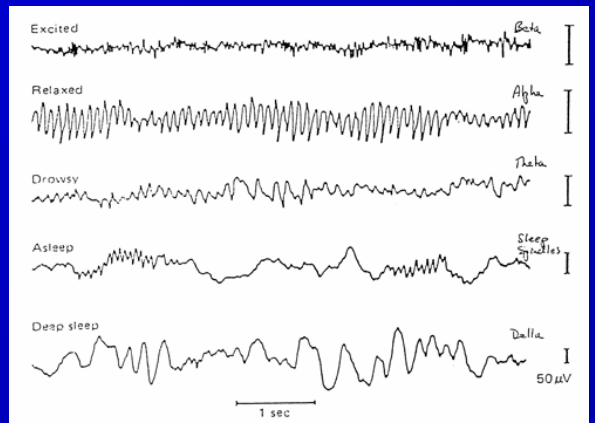
- Bezpośrednie
  - **układ mięśniowy**
    - mięśnie klatki piersiowej: zaciśnięcie
    - mięśnie dłoni: zaciśnięcie
    - mięsień sercowy: zatrzymanie pracy, **fibrylacja**
  - **układ nerwowy**: omdlenia, stany lękowe, zaburzenia równowagi, czucia
  - **skutki termiczne**: oparzenia skóry, mięśni, organów wewnętrznych, pęknięcie kości, torebek stawowych
- Pośrednie
  - **działanie łuku elektrycznego**
    - cieplne
    - świetlne
  - **urazy mechaniczne**



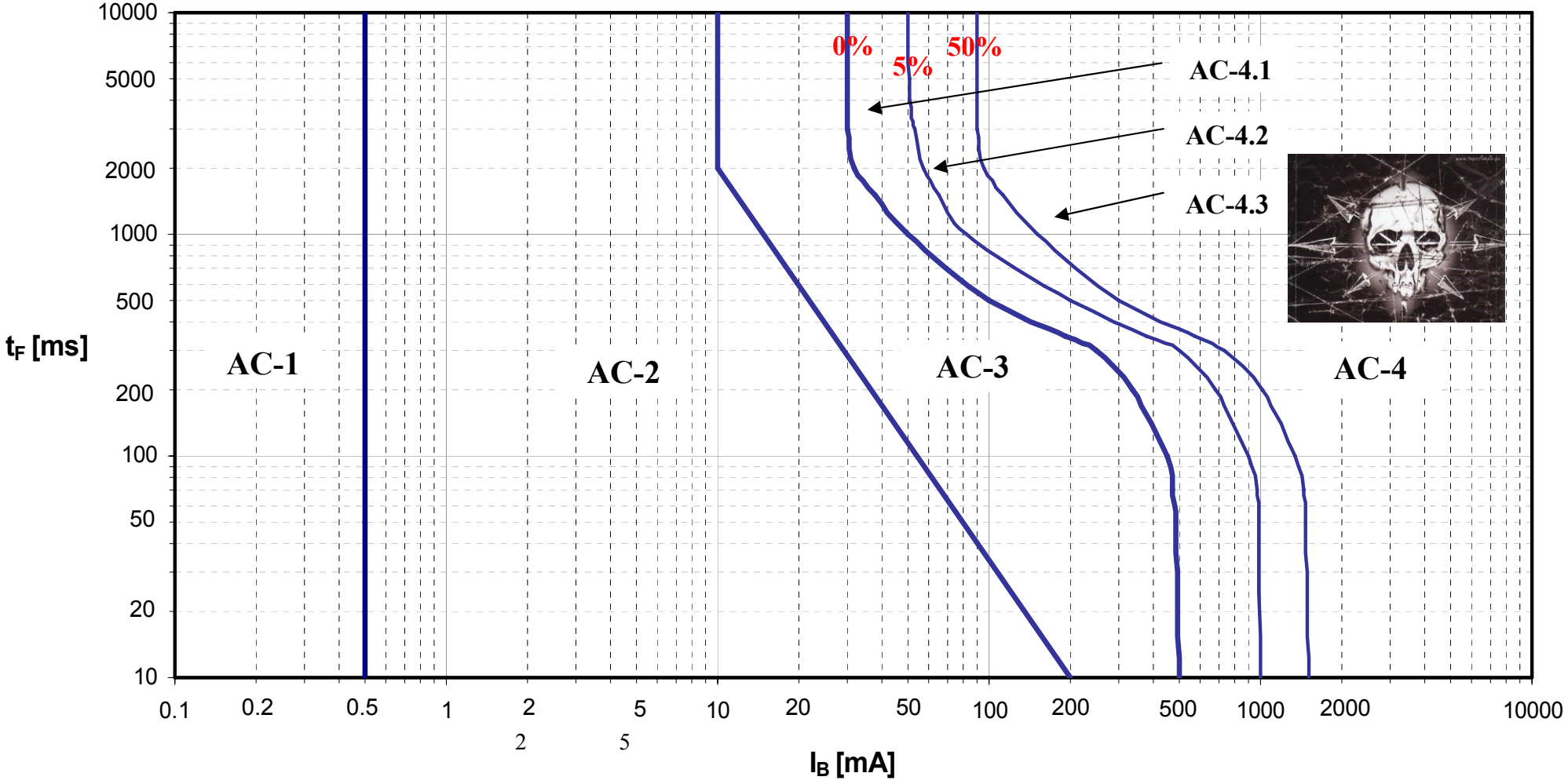


Wykorzystanie działania prądu elektrycznego w medycynie

- Ratownictwo - defibrylator
- Terapia - działanie rozgrzewające (diatermia) i rozluźniające (diadynamika)
- Diagnostyka - pomiar potencjałów:
  - EKG
  - EEG



Wartości graniczne dla prądów do 10 A i częstotliwości 15 – 100 Hz



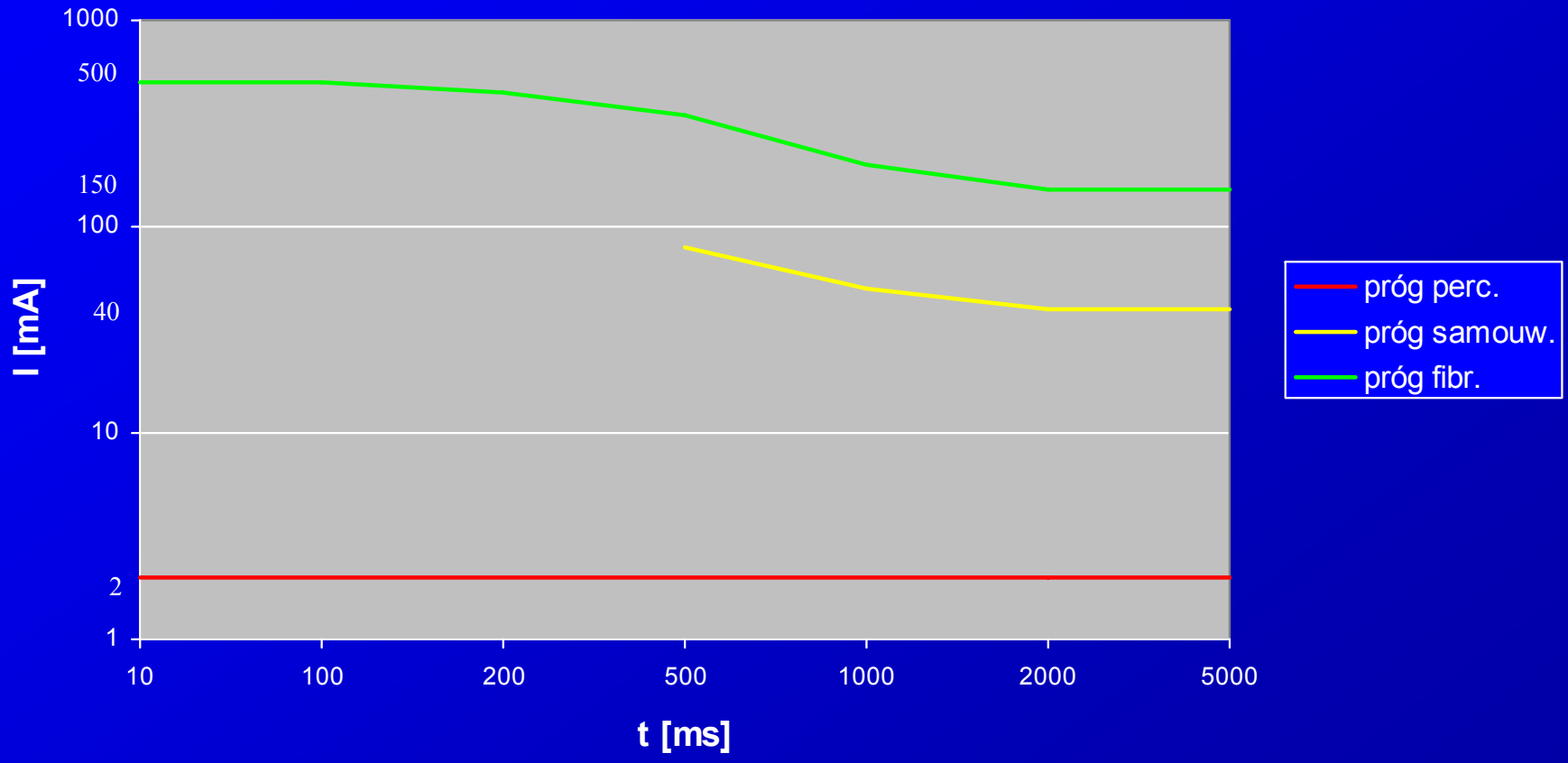
Skutki rażenia prądem

Strefa	Skutki rażenia prądem
AC - 1	Zwykle brak reakcji.
AC - 2	Zwykle brak skutków fizjologicznych.
AC - 3	Zwykle brak uszkodzeń organicznych. Prawdopodobieństwo pojawienia się skurczów mięśni i trudności w oddychaniu przy czasach rażenia ponad 2s. Odwracalne zakłócenia przy powstawaniu bodźców i pobudzaniu serca. Możliwość powstawania przejściowego migotania przedsionków serca i przejściowego zatrzymania pracy serca.
AC - 4	Niebezpieczeństwo skutków patofizjologicznych: zatrzymanie pracy serca, zatrzymanie oddechu, poważne oparzenia.
AC - 4.1	Prawdopodobieństwo migotania komór 0-5%.
AC - 4.2	Prawdopodobieństwo migotania komór 5 - 50%.
AC - 4.3	Prawdopodobieństwo migotania komór powyżej 50%.

Wartości graniczne prądów dla prądu o częstotliwości 50/60 Hz

- prąd graniczny (próg) percepcji – **0,5 mA**
- prąd graniczny (próg) samouwolnienia – **10 mA**
- prąd graniczny (próg) fibrylacji:
  - 0.1 s – 500 mA
  - 1 s – **50 mA**
  - 3 s – **30 mA**

Graniczne wartości prądów dla prądu stałego

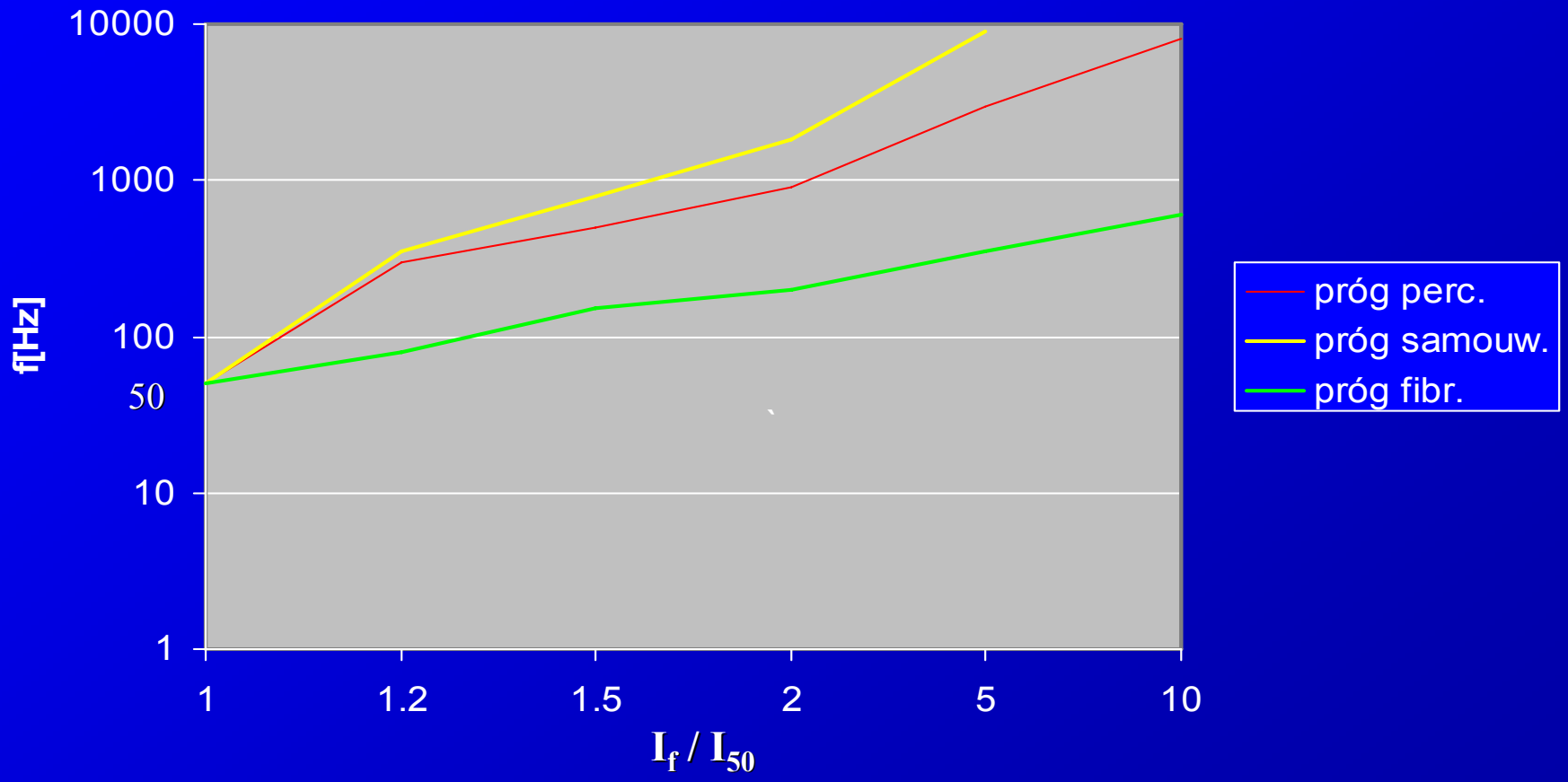


Działanie prądu stałego

fot.:Steve Morgan

- Generalnie bezpieczniejszy - wyższe progi, większa rezystancja ciała człowieka
- Progi: samouwolnienia i percepcji - tylko przy skokowych zmianach wartości prądu
- Próg fibrylacji zależny od polaryzacji stóp względem ręki
- Groźniejsze tylko skutki termiczne - brak reakcji na przepływ prądu

Graniczne wartości prądów dla prądu o częstotliwości powyżej 50/60 Hz

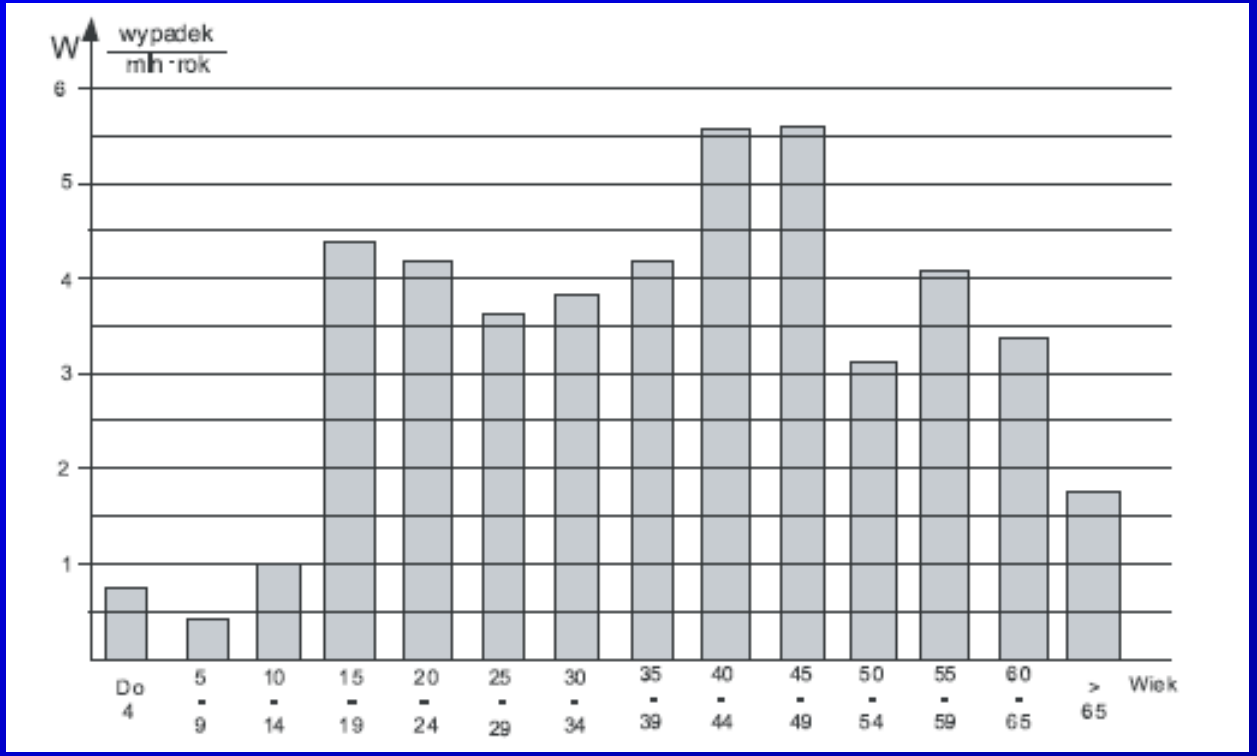


Działanie prądu o wyższej częstotliwości

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

Porażenia śmiertelne w Polsce

- ok. 120 rocznie, maleje (1990 ok. 300 – RCD)
- 43% miasto, 57% wieś
- 92% mężczyźni, 8% kobiety



Porażenia śmiertelne w Australii w latach 2000 – 2011

Obiekt	Ilość [%]
Linie napowietrzne	22
Urządzenia domowe	17
Przewody	12
Maszyny	11
Linie w i koło budynków	10
Oprawy oświetleniowe	8
Źródła prądu	5
Gniazdka	4
Instalacje domowe (woda, gaz)	3
Ogrodzenia elektryczne	<3
Koleje	<3
Linie i słupy telefoniczne	<3
Inne	4

Miejsce wypadku	Ilość [%]
Dom	48
Przemysł i budowa	15
Handel	13
Rolnictwo	10
Transport, drogi	6
Tereny otwarte	3
Inne	5
Razem **199** wypadków, ryzyko 5.5 razy mniejsze niż w Polsce	

Porażenia śmiertelne w Australii w latach 2000 – 2011 (c.d.)

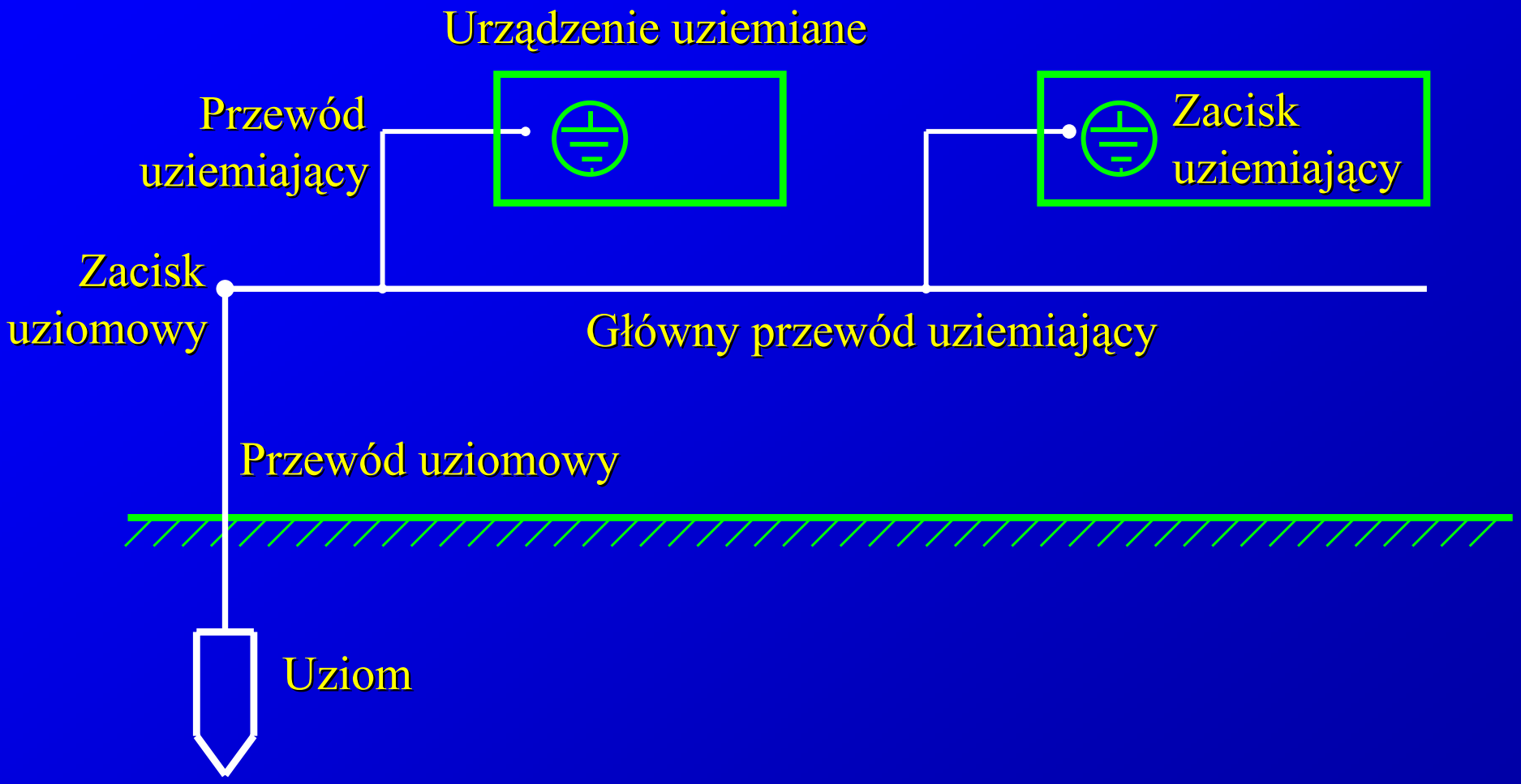
Wiek, płeć	Ilość [%]
0 – 9	3
10 – 19	8
20 – 29	21
30 – 39	22
40 – 49	18
50 – 59	16
60 – 69	7
70+	5
Mężczyźni	96
Kobiety	4

Działalność	Ilość [%]
Praca zawodowa	54
Czynności domowe	24
Przyjemności, sport	8
Inne	13
Nieznane	1

Pierwsza pomoc przy porażeniu prądem elektrycznym

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

Uziemienia

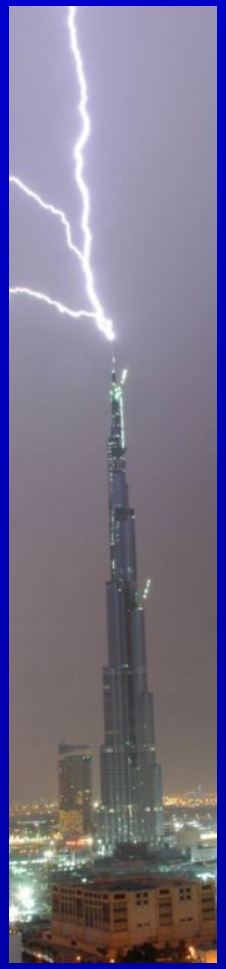

Urządzenie uziemiane
Przewód uziemiający
Zacisk uziemiający
Zacisk uziomowy
Główny przewód uziemiający
Przewód uziomowy
Uziom

Uziom

- 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

Rodzaje uziemień

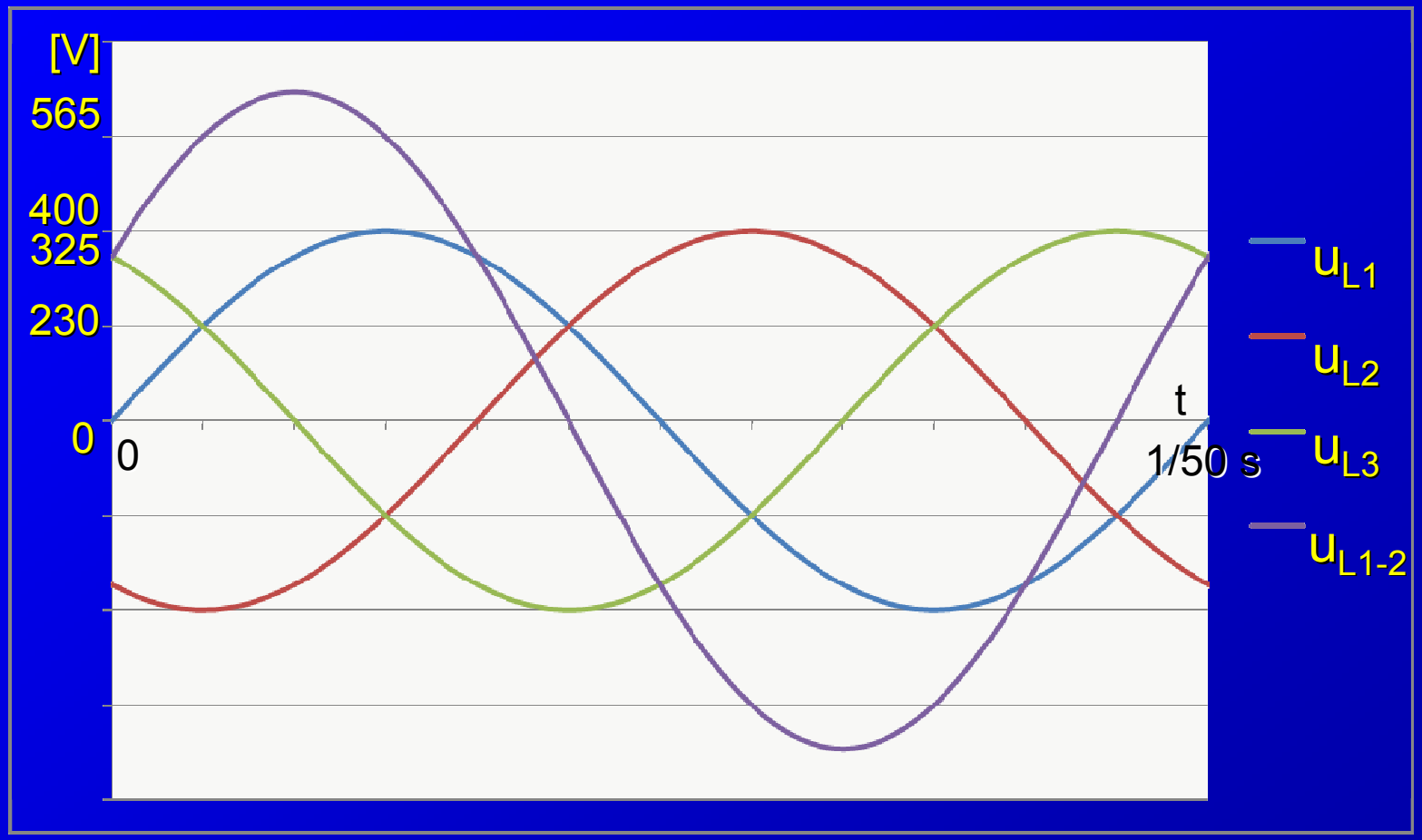
- **Uziemienie robocze**: uziemienie określonego punktu obwodu elektrycznego wykonane w celu zapewnienia prawidłowej pracy urządzeń
- **Uziemienie ochronne**: uziemienie dostępnych dla dotyku metalowych części urządzeń wykonane w celu zapewnienia ochrony przeciwporażeniowej
- **Uziemienie odgromowe**: służy do odprowadzenia do ziemi prądów wyładowań atmosferycznych
- **Uziemienie pomocnicze**: najczęściej wykonywane w aparatach 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 trójfazowa



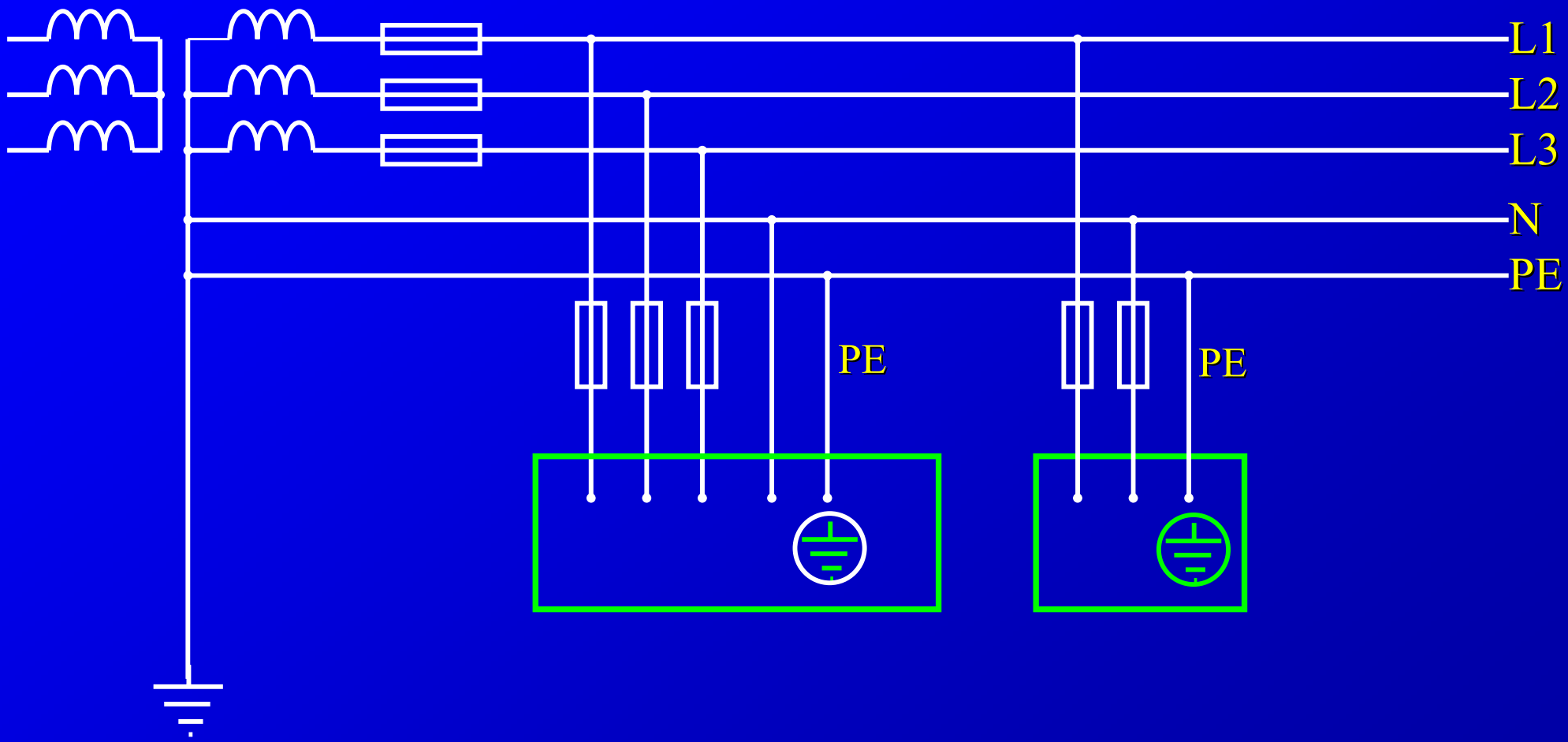
$u_{L1} + u_{L2} + u_{L3} = 0, \quad U_{L1} = U_{L2} = U_{L3} = U_o = 230\ V$

$U_{L1-L2} = U_{L2-L3} = U_{L1-L3} = = U_n = 400\ V$

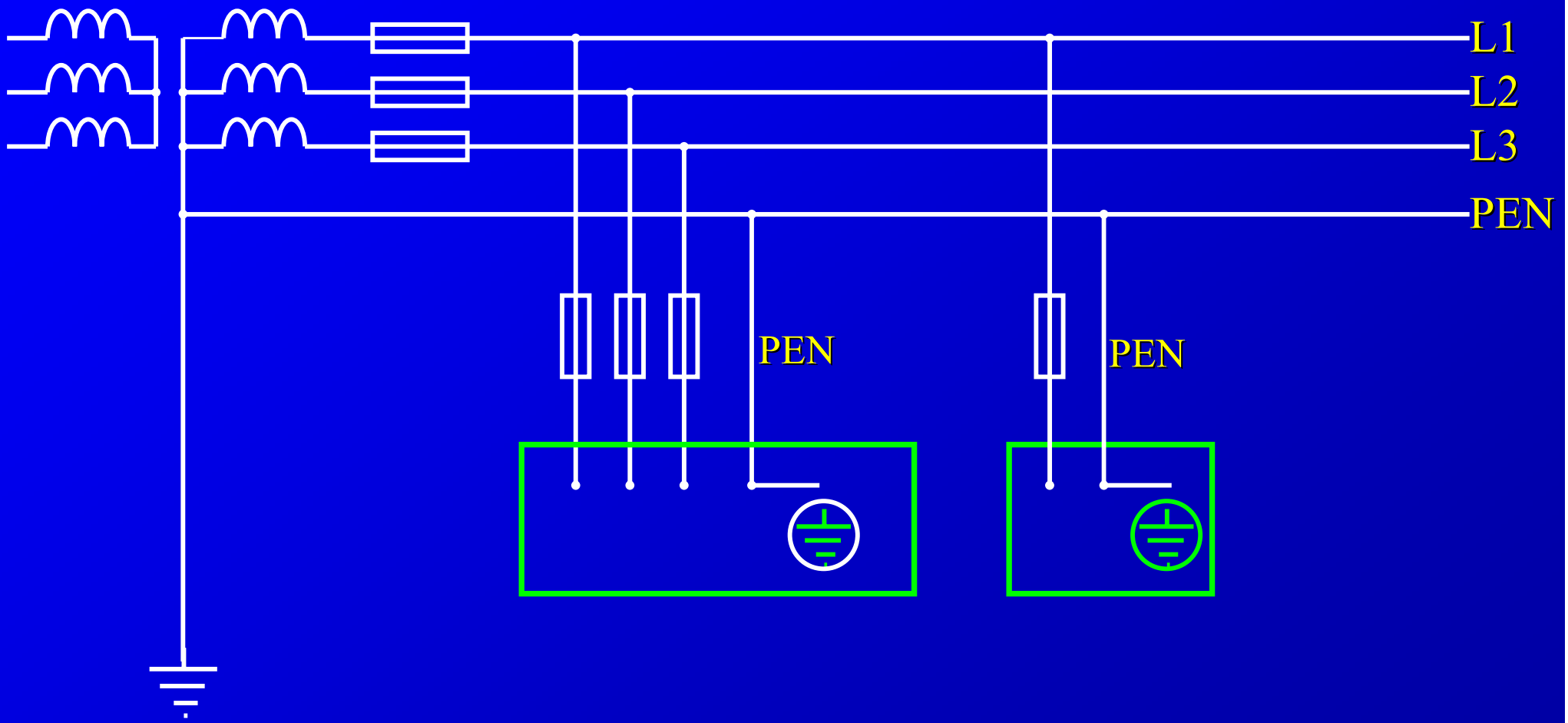
Poziomy napięć

- Energetyka zawodowa w Polsce:
  - niskie napięcie (nn): U_n do 1 kV AC i 1.5 kV DC włącznie (400 V AC, 600 V DC tramwaje)
  - średnie napięcie (SN): od nn do 60 kV (6, 15, 20, 30 kV AC, 3 kV DC koleje)
  - wysokie napięcie (WN): od 60 do 200 kV (110 kV)
  - najwyższe napięcie (NN): ponad 200 kV (220, 400 kV)
- Ochrona przeciwporażeniowa, normy:
  - niskie napięcie: do 1 kV AC i 1.5 kV DC
  - wysokie napięcie: powyżej 1 kV AC i 1.5 kV DC
- Dla sieci 3-fazowych wartości znamionowe (międzyfazowe)

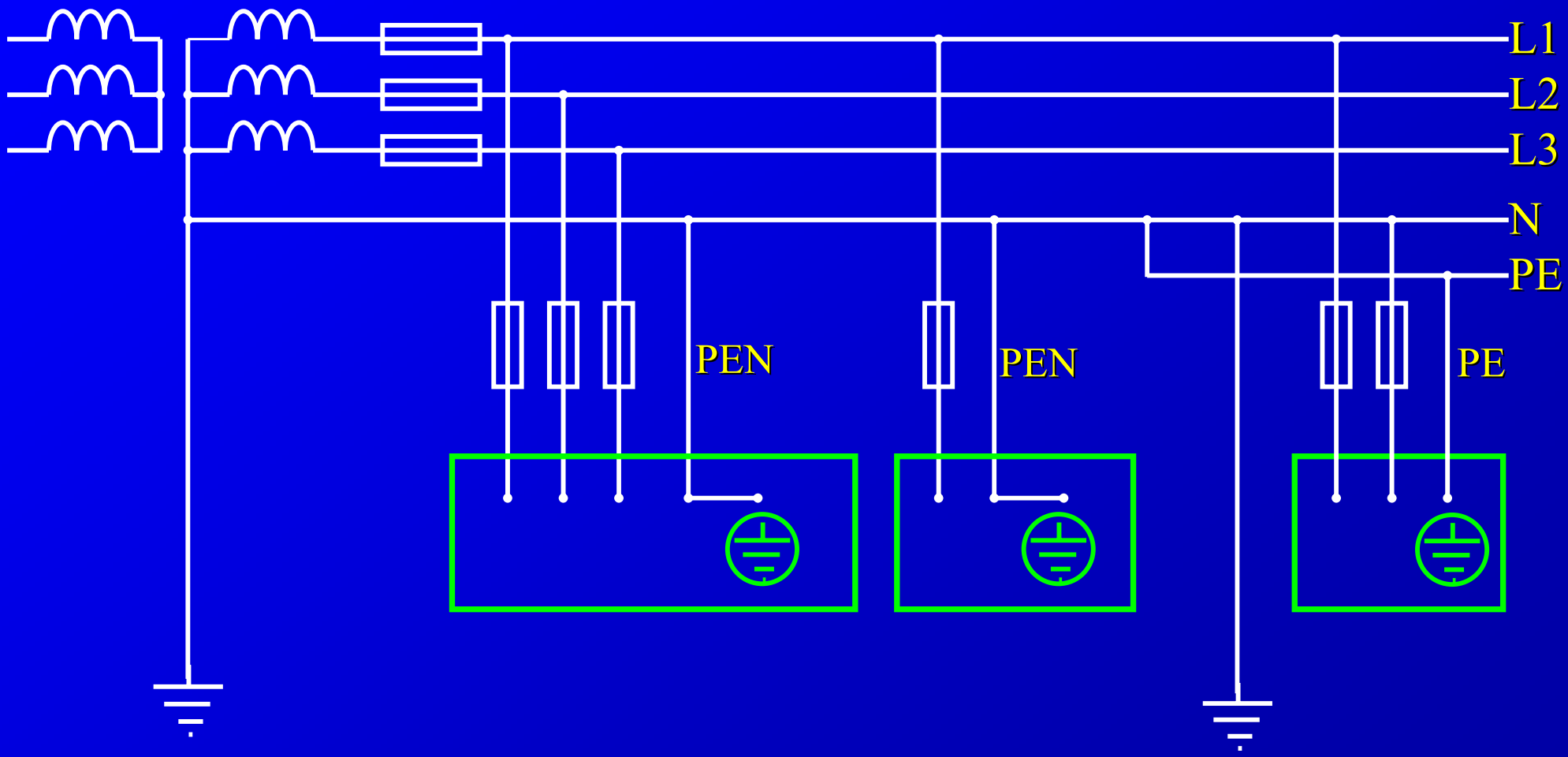
Sieć TN - S



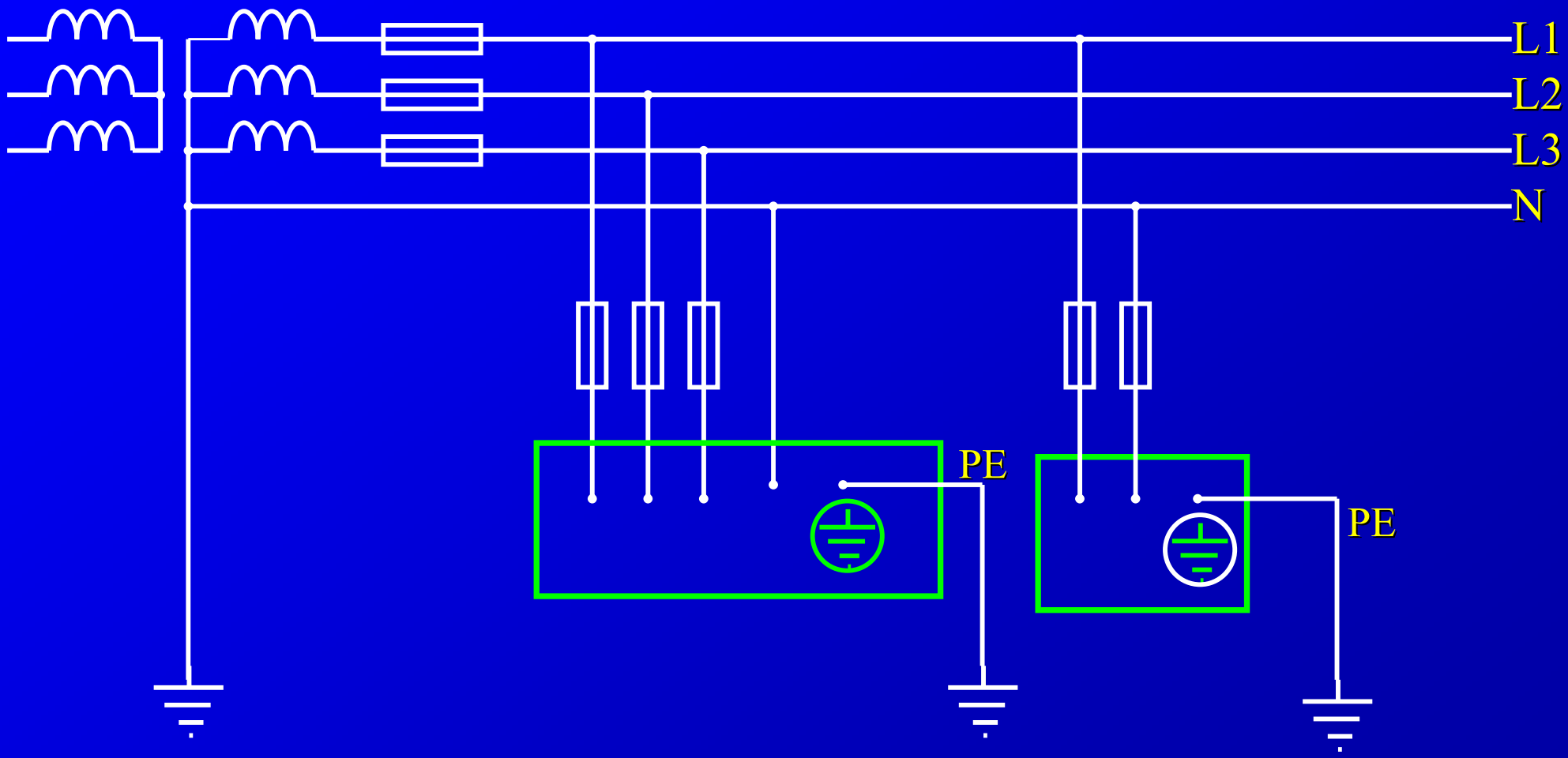
Sieć TN - C



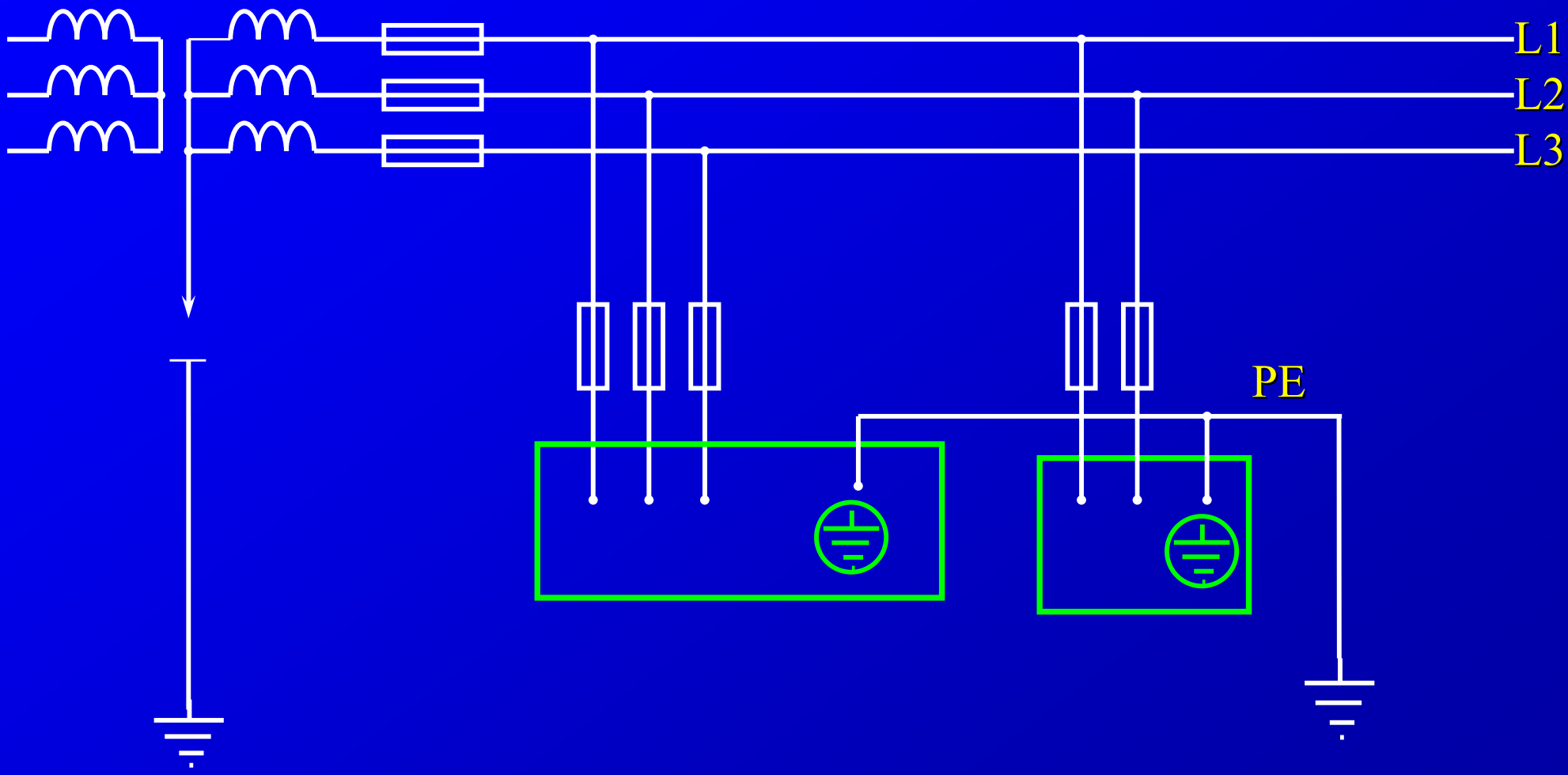
Sieć TN - C - S



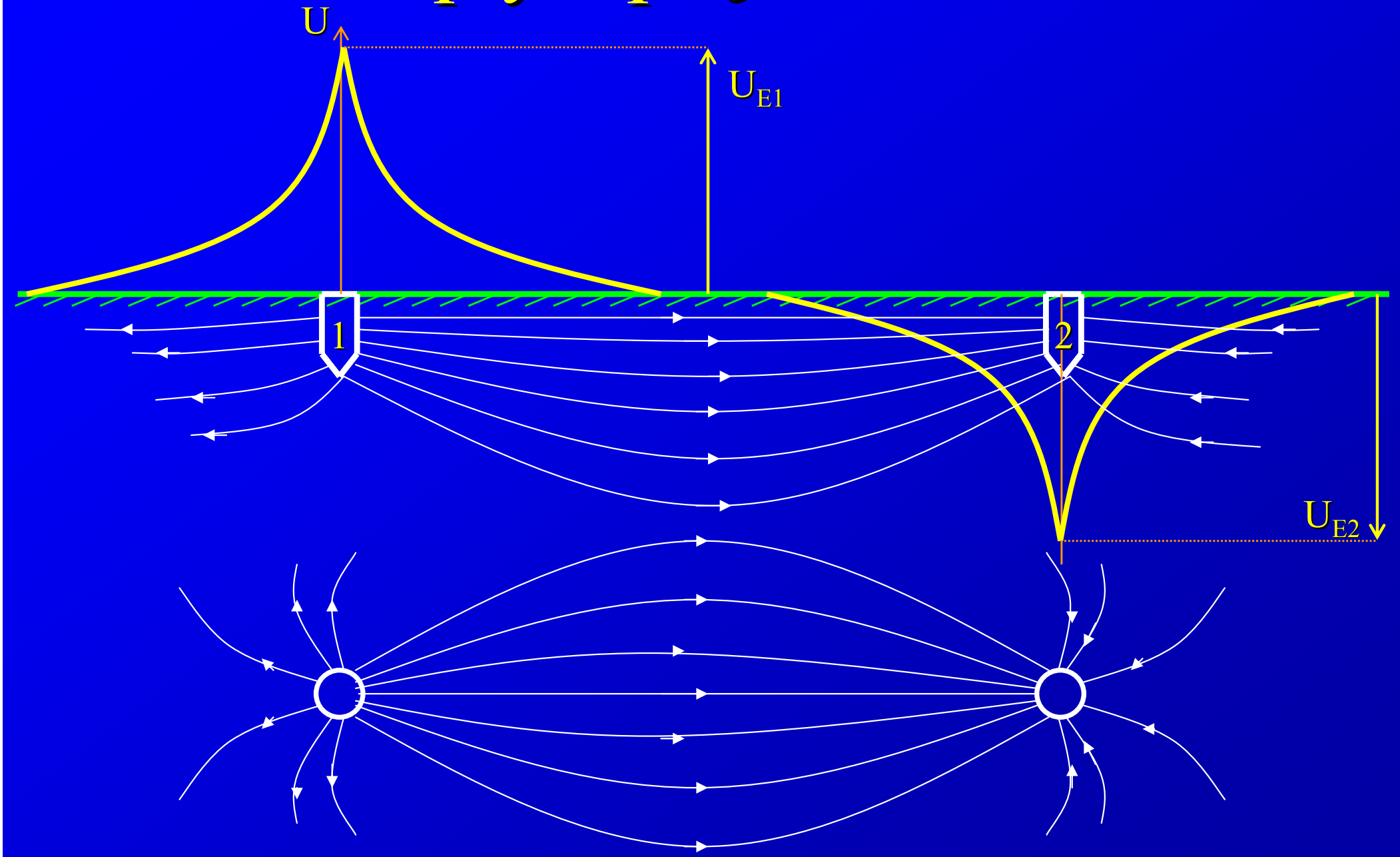
Sieć TT



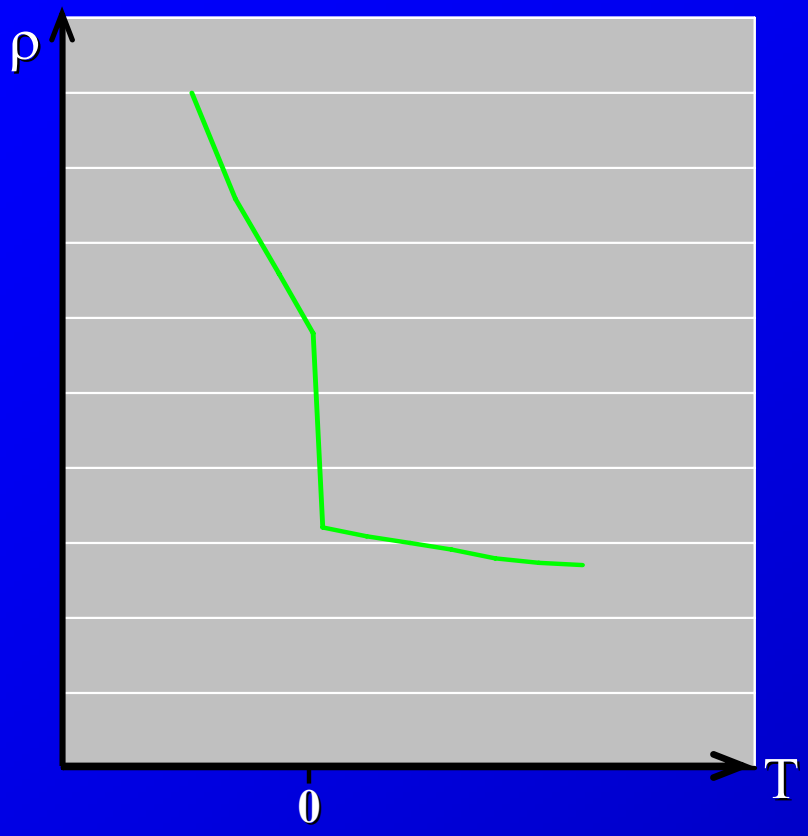
Sieć IT

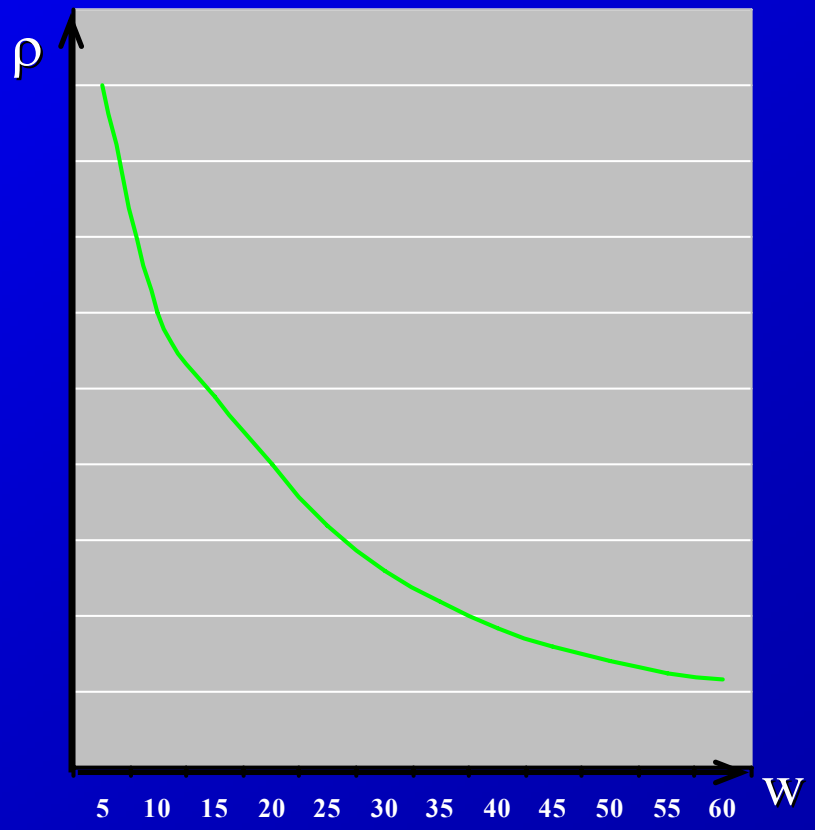


Rozpływ prądu w ziemi



Rezystywność gruntu





Zależność:

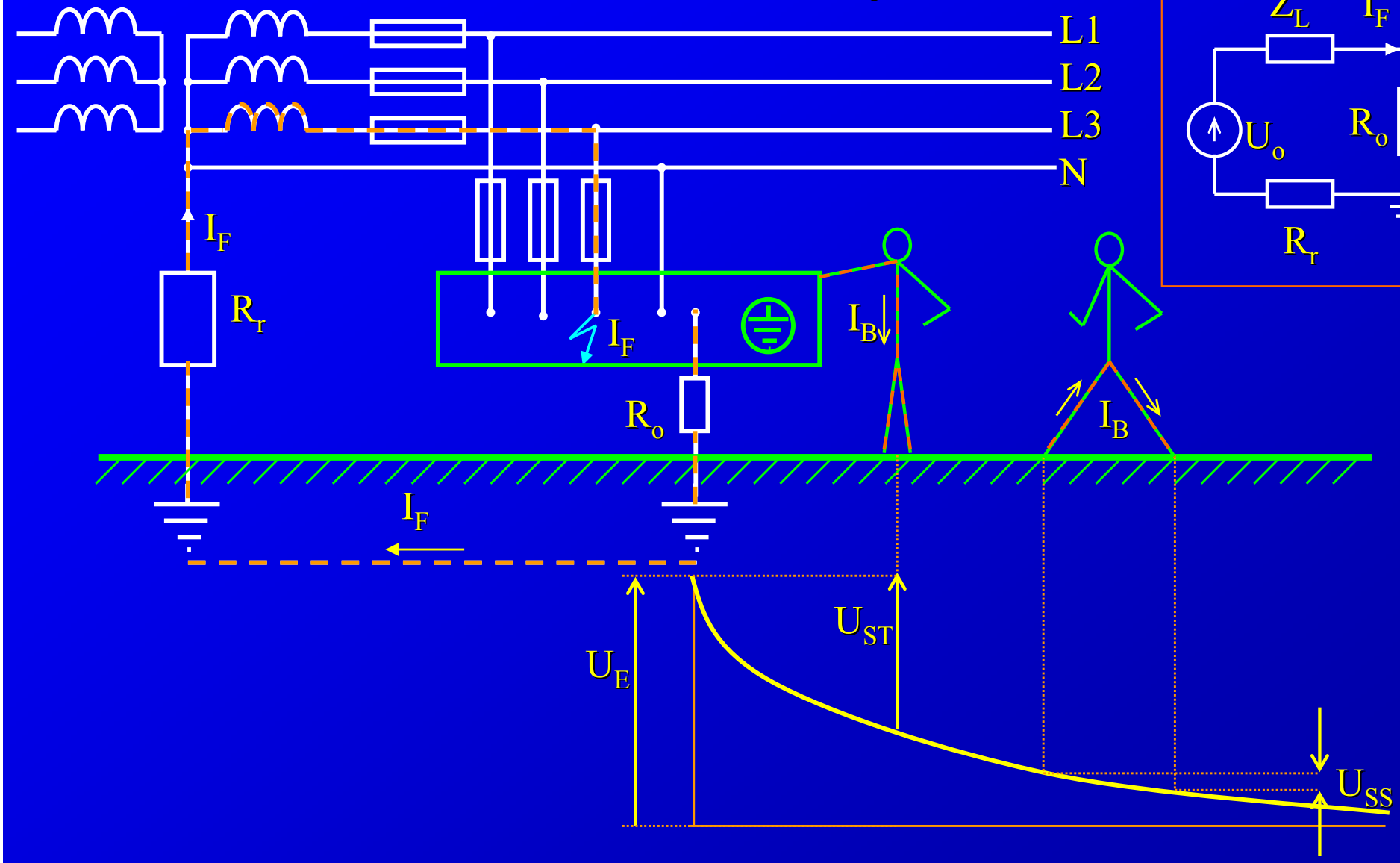
od temperatury T [°C]

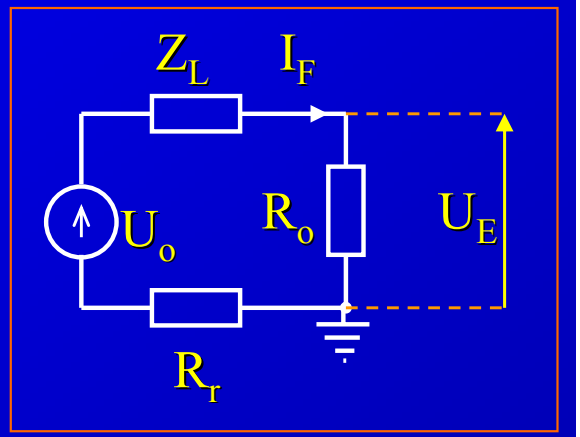
od wilgotności w [%]

Napięcie uziomowe

- **Ziemia odniesienia** – część ziemi, rozpatrywana jako ośrodek przewodzący, której potencjał elektryczny jest przyjmowany umownie jako równy zeru, pozostająca poza strefą wpływu jakichkolwiek instalacji uziemiających.
- **Napięcie uziomowe U_E** to napięcie występujące podczas doziemienia pomiędzy układem uziomowym i ziemią odniesienia.
- **Rezystancją uziemienia R_E** nazywa się stosunek napięcia uziomowego U_E do prądu uziomowego I_E przepływającego przez ten uziom.

Rażenie napięciem dotykowym i krokowym



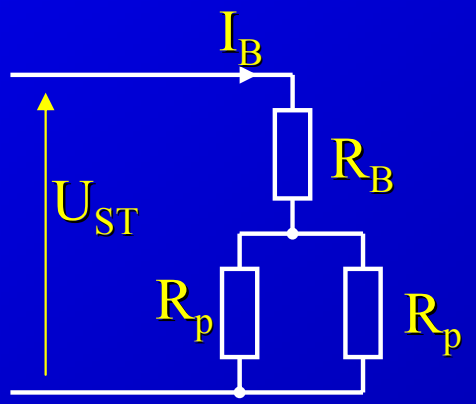


Napięcia dotykowe i krokowe

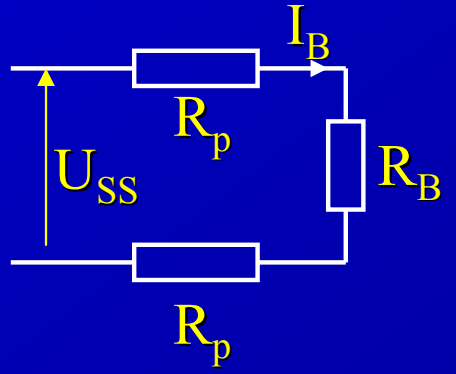
- **Napięcie dotykowe spodziewane U_{ST}** można zdefiniować jako napięcie między dwoma przewodzącymi częściami, których może dotknąć jednocześnie człowiek.
- **Napięciem rażeniowym dotykowym U_T** nazywa się napięcie między dwoma przewodzącymi częściami podczas dotknięcia ich przez człowieka. Zależy ono od rezystancji człowieka oraz zachodzi $U_T <= U_{ST}$. W dalszej części wykładu posługuję się tylko pojęciem samego napięcia dotykowego, rozumiejąc je jako U_{ST}.
- **Napięcie krokowe spodziewane U_{SS}** jest to napięcie między dwoma punktami na powierzchni ziemi, odległymi od siebie o 1 m, co jest przyjmowane jako długość kroku człowieka.

Rażenie napięciem dotykowym i krokowym - prądy rażenia

- Rażenie napięciem dotykowym:
  - $I_B = U_{ST} / (R_B + 0.5R_p)$



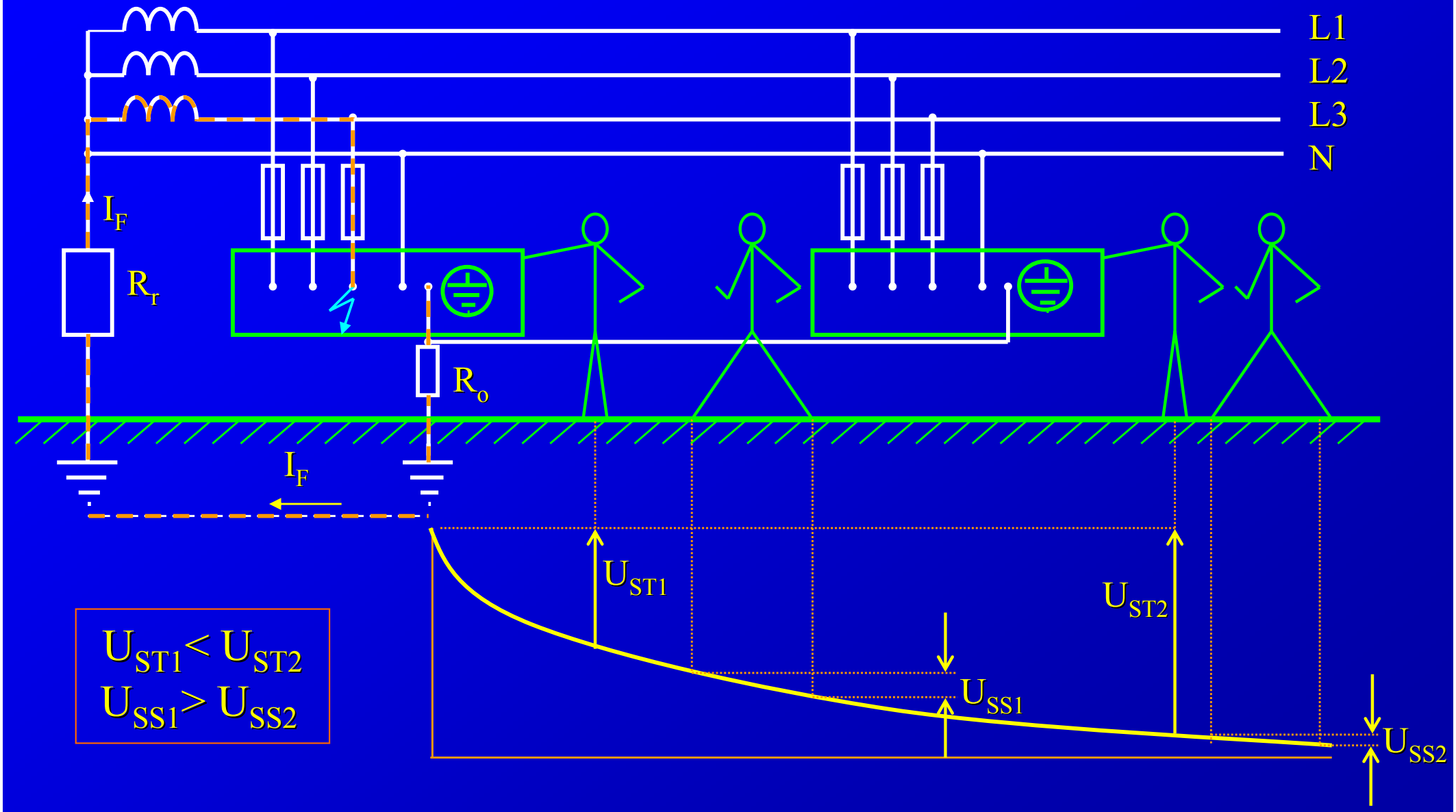
- Rażenie napięciem krokowym:
  - $I_B = U_{SS} / (R_B + 2R_p)$



Rezystancja przejścia

- Podłoga (sucha)
  - PCV: 10^8 Ω
  - marmur: 10^4 Ω
  - drewno: 10^9 Ω
  - asfalt: 10^{10} Ω
  - beton: 10^2 Ω
- Obuwie
  - na spodach gumowych: 10^6 Ω
  - na spodach skórzanych: 10^6 Ω
  - tekstylne: 10^5 Ω
  - tekstylne wilgotne: 10 Ω

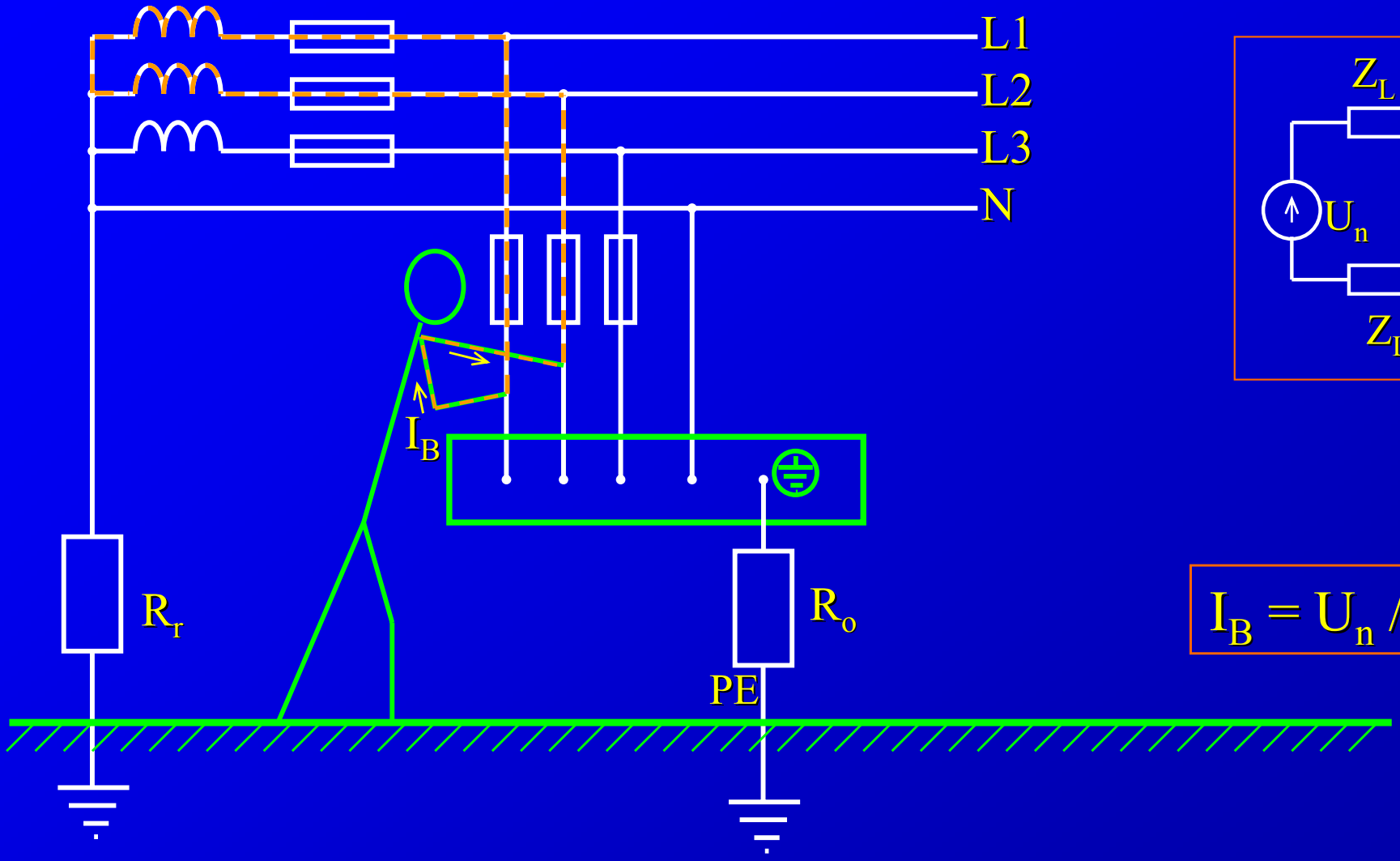
Wpływ odległości od uziomu

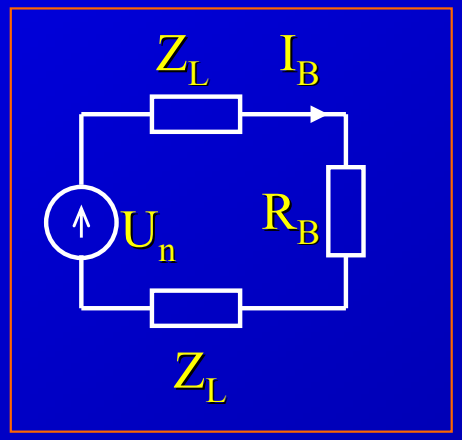


Rażenie prądem elektrycznym

- **Spowodowane napięciem roboczym** (w wyniku dotyku bezpośredniego) - w wyniku bezpośredniego dotknięcia części znajdujących się pod napięciem
- **Spowodowane napięciem dotykowym** (w wyniku dotyku pośredniego) - w następstwie zetknięcia się z częściami, na których napięcie pojawiło się w wyniku uszkodzenia izolacji roboczej (awarii)

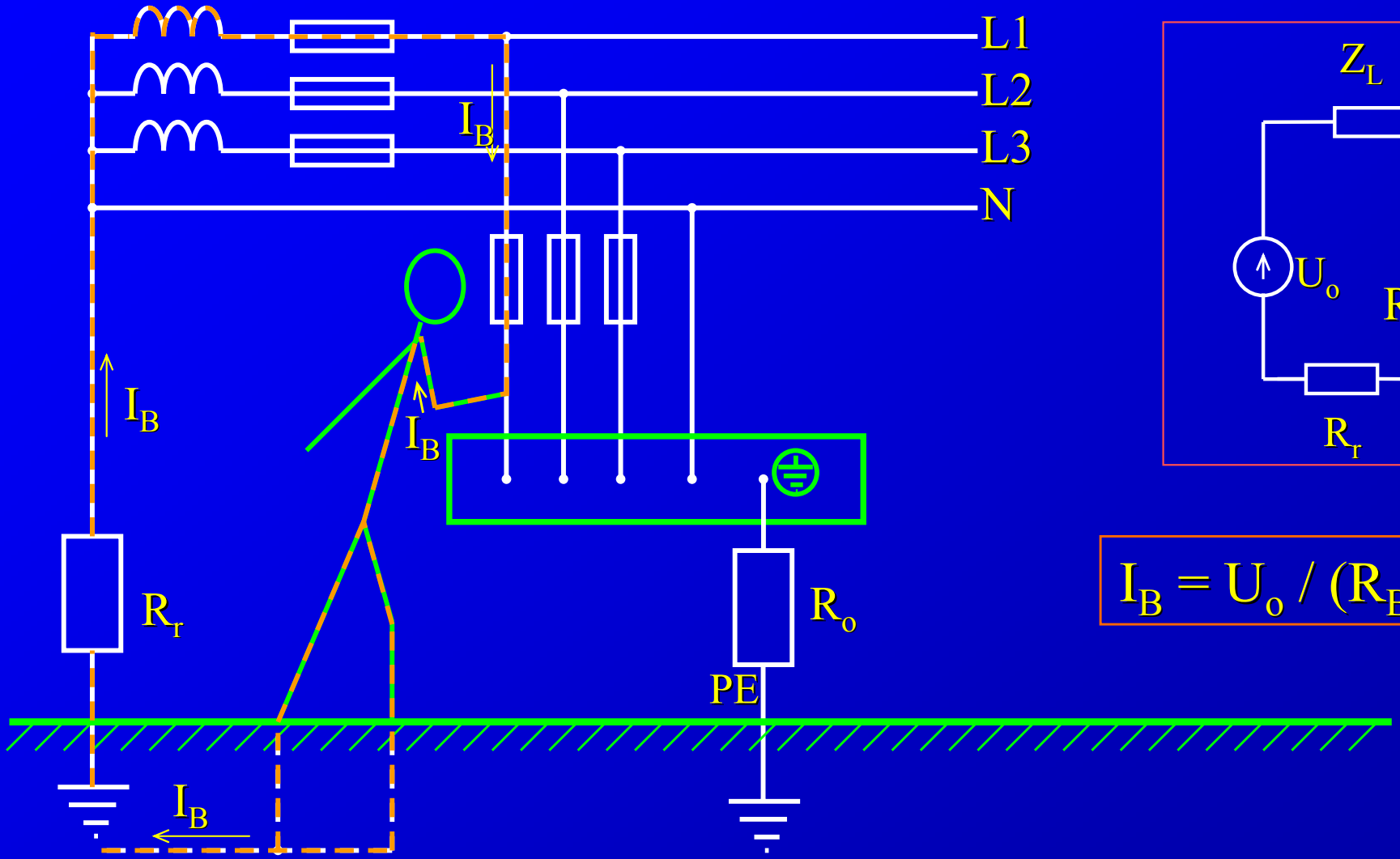
Rażenie napięciem międzyfazowym

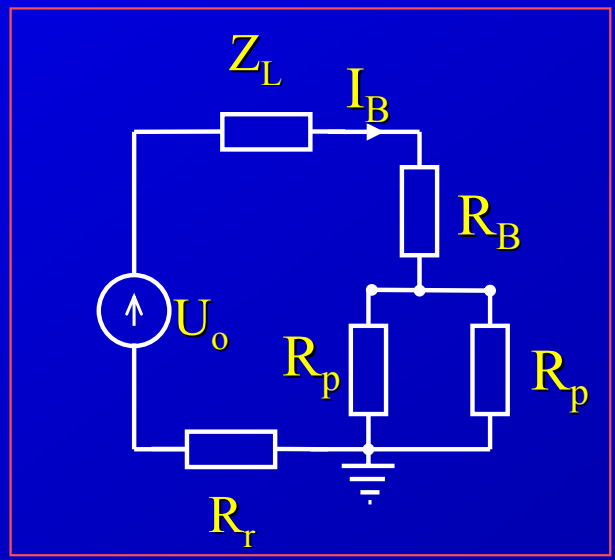




$$I_B = U_n / R_B$$

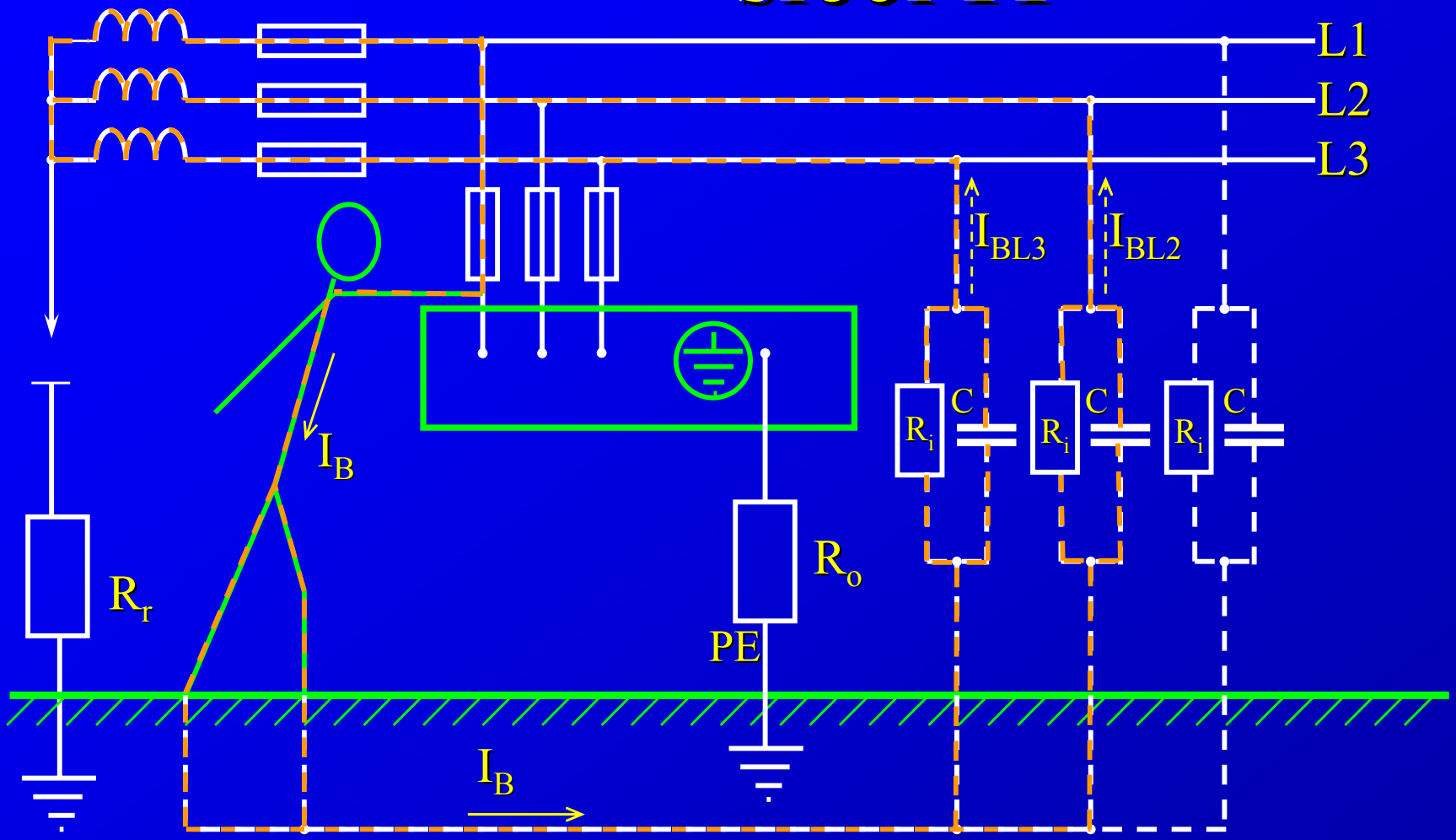
Rażenie napięciem fazowym w sieci TT lub TN





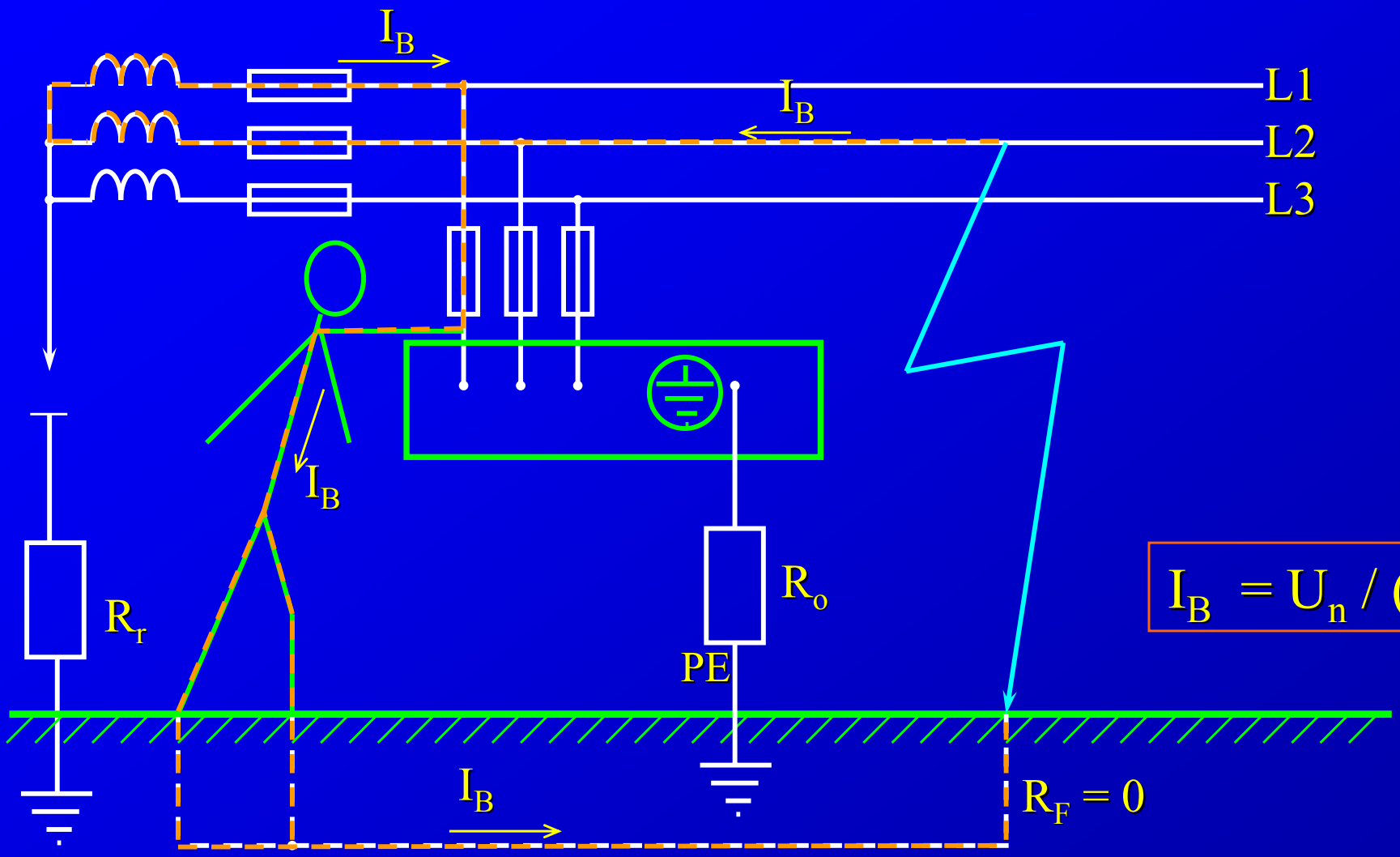
$$I_B = U_o / (R_B + 0.5R_p)$$

Rażenie napięciem fazowym w sieci IT



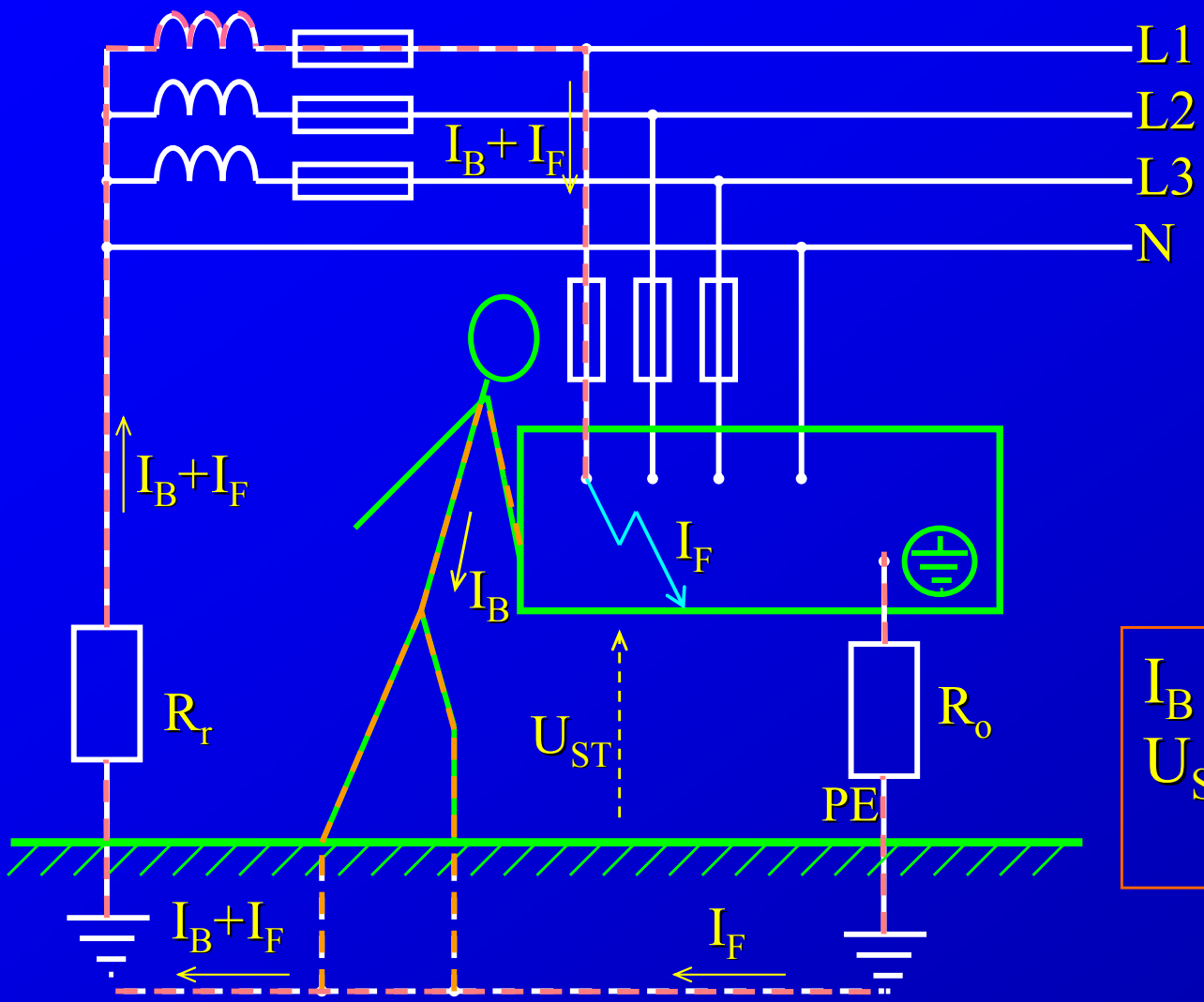
$$I_B \approx U_n / |R_B + 0.5R_p + 0.5jX_C|$$

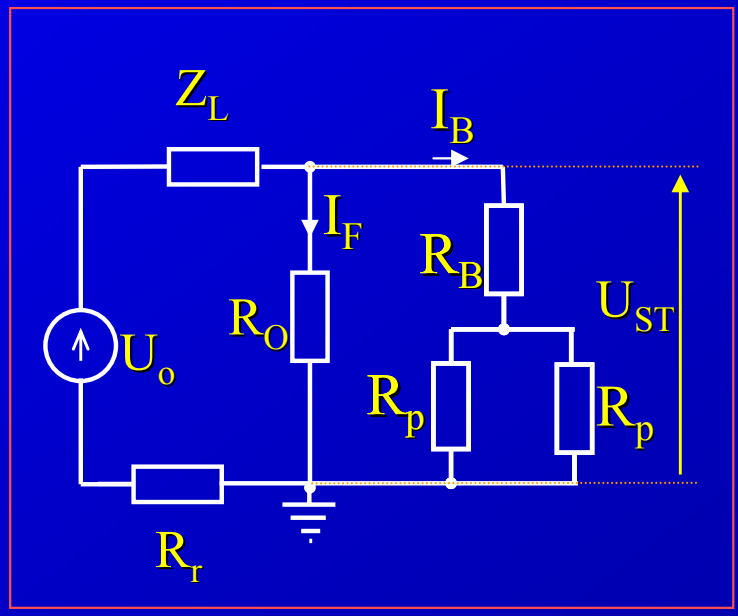
Rażenie napięciem fazowym w stanie doziemienia w sieci IT



$$I_B = U_n / (R_B + 0.5R_p)$$

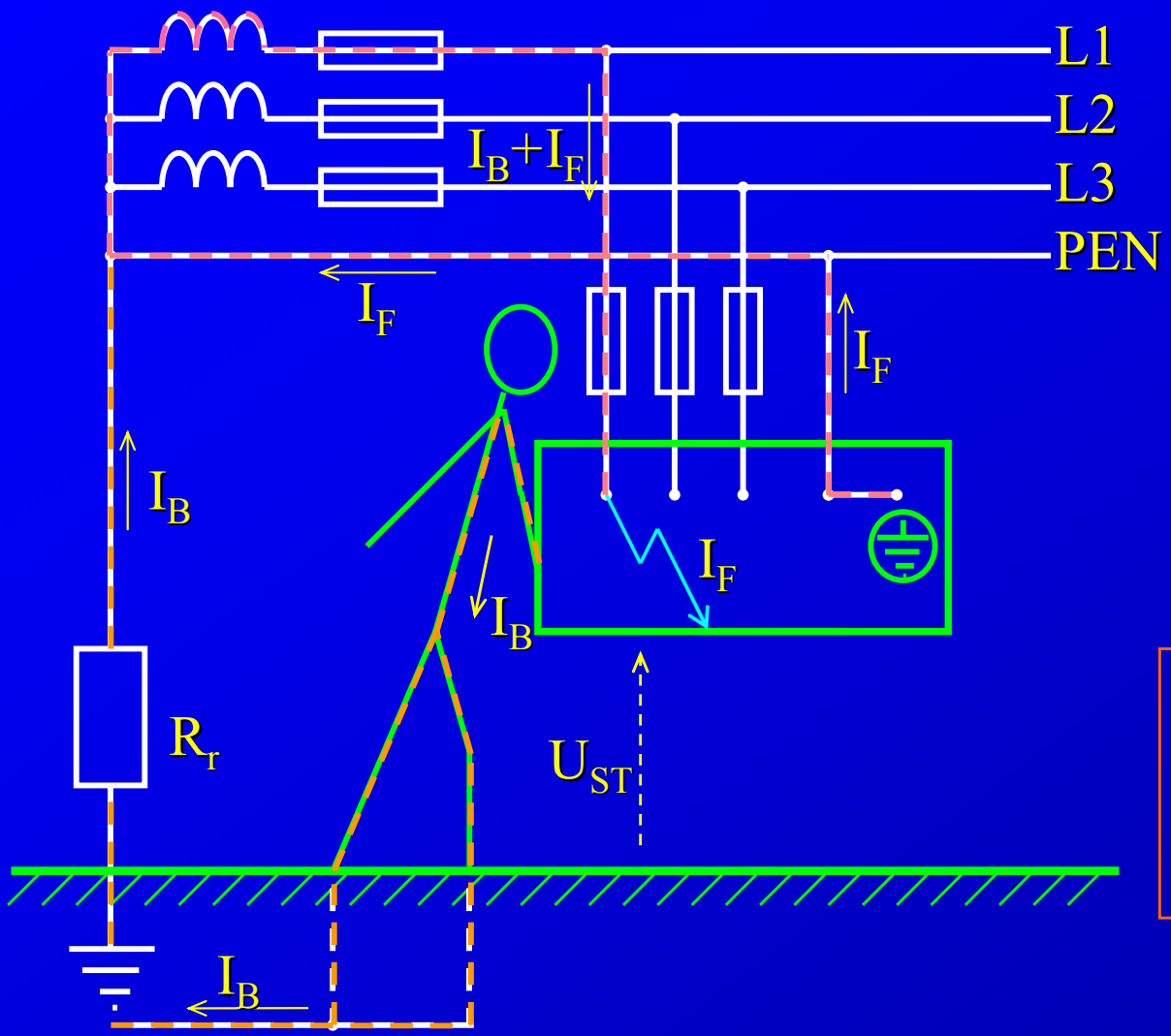
Rażenie napięciem dotykowym w sieci TT

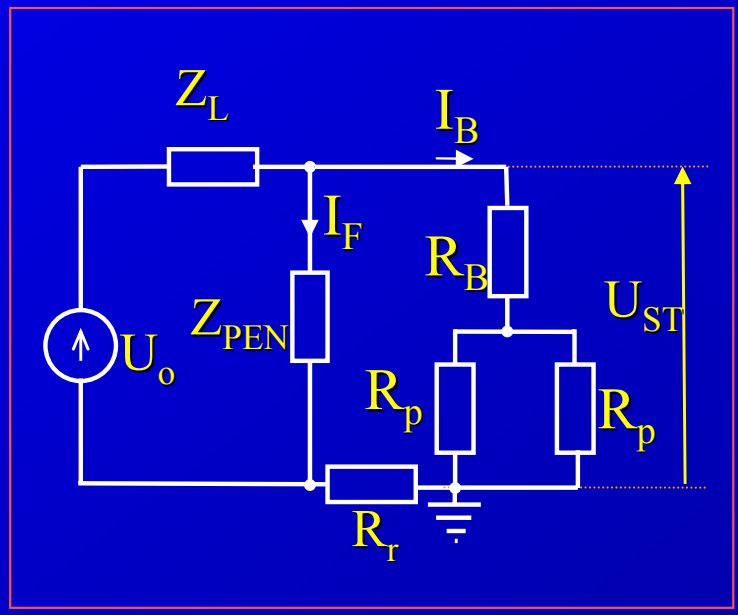




$$I_B = U_{ST} / (R_B + 0.5R_p)$$
$$U_{ST} = R_o I_F =$$
$$= R_o U_o / |\underline{Z}_L + R_o + R_r|$$

Rażenie napięciem dotykowym w sieci TN

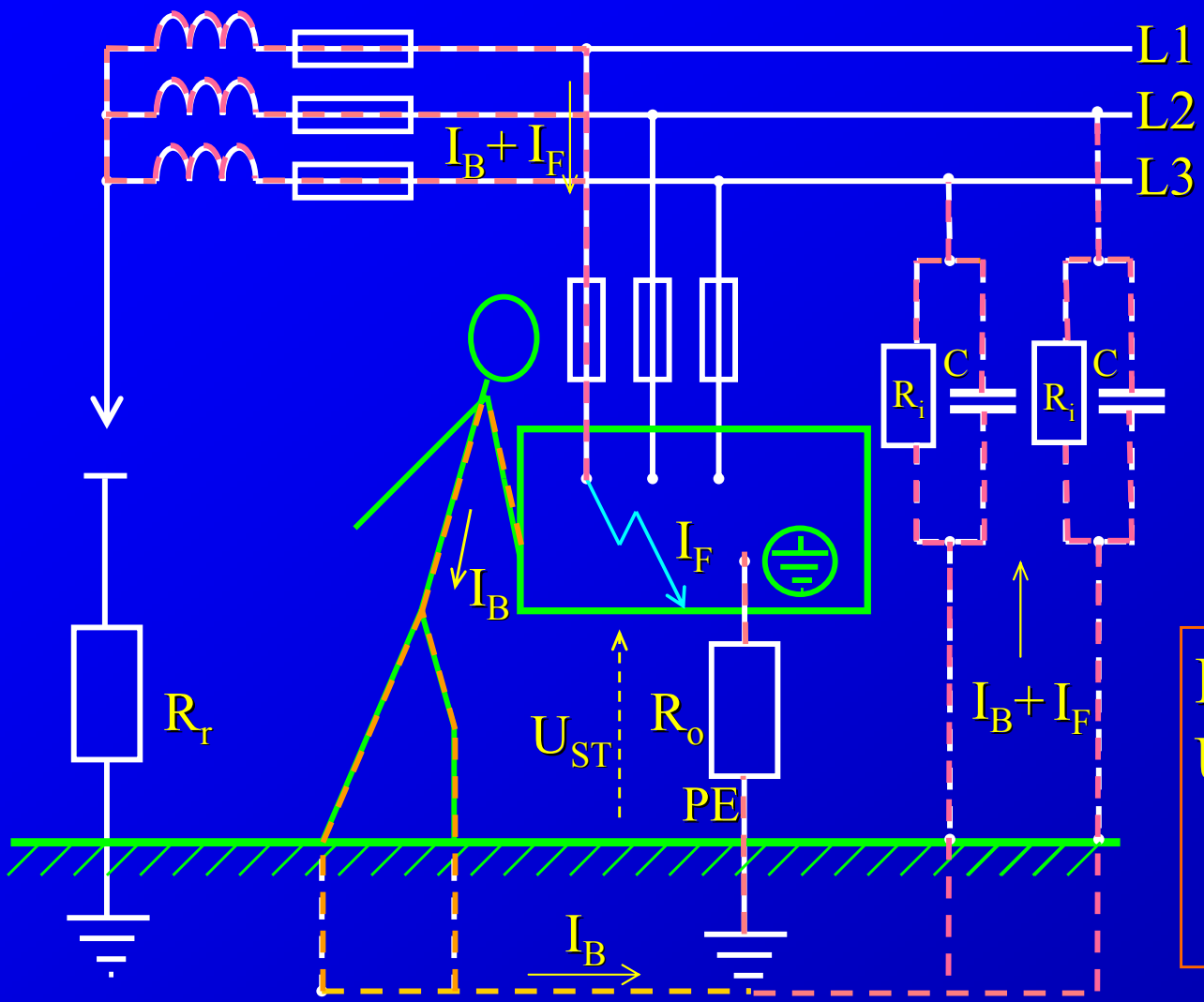


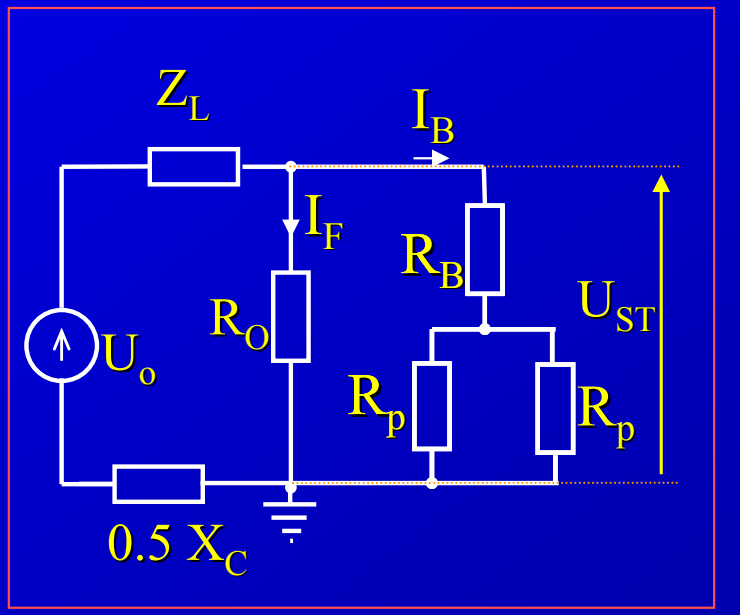


$$I_B = U_{ST} / (R_B + 0.5R_p)$$

$$U_{ST} = Z_{PEN}\, I_F = Z_{PEN}\, U_o / |\underline{Z}_L + \underline{Z}_{PEN}|$$

Rażenie napięciem dotykowym w sieci IT





$$I_B = U_{ST} / (R_B + 0.5R_p)$$

$$U_{ST} = R_o I_F = R_o U_o / |R_o + 0.5jX_C| \approx \approx 2R_o U_o \omega C$$

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
  - możliwość dotyku wielkopowierzchniowego
  - praca na stanowisku przewodzącym, jeżeli w zasięgu ręki znajdują się przedmioty metalowe uziemione
  - skrępowanie swobody ruchów

Warunki środowiskowe (c.d.)

- Przykłady warunków 2: tereny otwarte, łazienki i natryski, sauny, obory, chlewnie, pomieszczenia produkcyjne o wilgotności względnej większej niż 75% oraz o temperaturze wyższej niż 35ºC lub mniejszej niż -5ºC.
- Warunki środowiskowe specjalne (3), np. baseny kąpielowe lub wnętrza metalowych zbiorników

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mehmetakifswimpool.JPG

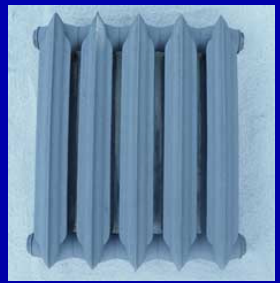
Napięcie bezpieczne

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

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 wprowadzić określony potencjał (najczęściej ziemi).



Ochrona przeciwporażeniowa w warunkach normalnych (podstawowa)

- Zespół środków chroniących człowieka przed zetknięciem się z częściami urządzeń lub instalacji będących normalnie pod napięciem, jak również przed przeniesieniem się napięcia na inne przedmioty
- Podlegają jej wszystkie urządzenia elektryczne
- Musi być w nich zastosowany jeden ze środków ochrony podstawowej

Ochrona przeciwporażeniowa w warunkach uszkodzenia (dodatkowa)

- Zespół środków chroniących przed skutkami niebezpiecznego napięcia dotykowego, jakie może pojawić się w wyniku awarii na częściach urządzeń nie będących normalnie pod napięciem
- Podlegają jej wszystkie urządzenia elektryczne, za wyjątkiem części przewodzących dostępnych, które nie mogą być uchwycone dłonią, a ochrona jest utrudniona (np. śrubki) oraz zbrojeń słupów i wsporników izolatorów linii napowietrznych
- Musi być w nich zastosowany jeden ze środków ochrony przy uszkodzeniu (dodatkowej)

Ochrona przeciwporażeniowa uzupełniająca

- Stanowi uzupełniający środek ochrony podstawowej i/lub dodatkowej
- Nie może być jedynym środkiem ochrony podstawowej i/lub dodatkowej
- W niektórych specjalnych instalacjach może być wymagana

Klasy ochronności

- **Klasa 0** - urządzenia, w których ochrona przeciwporażeniowa jest zapewniona jedynie przez izolacje roboczą (ochr. dodatkowa przez np. separację elektryczną)
- **Klasa I** - urządzenia, których obudowy przeznaczone są do połączenia z przewodem ochronnym
- **Klasa II** - urządzenia wykonane z zastosowaniem izolacji podwójnej lub wzmocnionej
- **Klasa III** - urządzenia przeznaczone do zasilania napięciem bezpiecznym III

Środek ochrony

- Winien składać się z odpowiedniej kombinacji środka ochrony podstawowej i niezależnego środka do ochrony przy uszkodzeniu …
- lub wzmocnionego środka ochrony, który zapewnia zarówno ochronę podstawową jak i ochronę przy uszkodzeniu
- Dla specjalnych instalacji lub lokalizacji powinny być stosowane szczególne środki ochrony zgodnie PN HD 60364-7

Wzmocnione środki ochrony

- Bardzo niskie napięcie bezpieczne - **SELV** (Safety Extra Low Voltage)
- Bardzo niskie napięcie ochronne - **PELV** (Protection Extra Low Voltage)
- Izolacja podwójna lub wzmocniona (ochronna)

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. 3000 Ω)
   - inne równoważne transformatorowi ochronnemu (np. przetwornica dwumaszynowa)

3. Wtyczki i gniazda unikatowe bez styków ochronnych
4. Części czynne oddzielone od części czynnych obwodów nie będących obwodami SELV lub PELV 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
6. Ochrona podstawowa nie jest wymagana dla napięcia nie przekraczającego 12 V AC lub 30 V DC

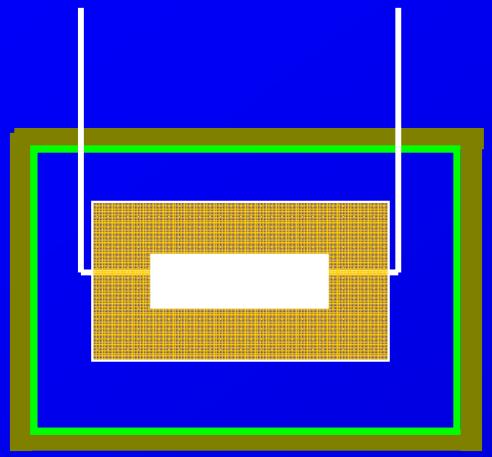
SELV

7. Części czynne i części przewodzące dostępne nie uziemione ani nie połączone z przewodami ochronnymi innych obwodów
8. Ochrona podstawowa nie jest konieczna również w warunkach suchych dla napięcia nominalnego nie przekraczającego 25 V AC lub 60 V DC

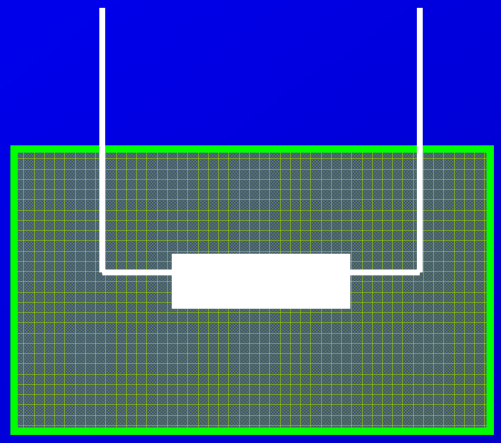
PELV

7. Ochrona podstawowa nie jest konieczna również w warunkach suchych dla napięcia nominalnego nie przekraczającego 25 V AC lub 60 V DC o ile części przewodzące dostępne i/lub części czynne są połączone przez przewód ochronny do głównego zacisku uziemiającego

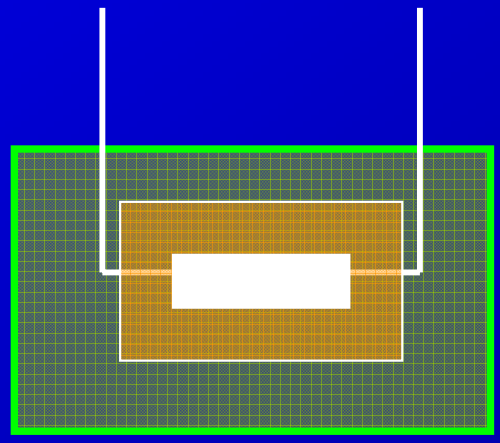
Izolacja podwójna lub wzmocniona - rysunek



Obudowa izolacyjna



Izolacja wzmocniona



Izolacja podwójna

Izolacja podwójna lub wzmocniona

- Izolacja podwójna (podstawowa + dodatkowa)
- Izolacja wzmocniona (równoważna podwójnej) – tylko tam, gdzie rozwiązania konstrukcyjne uniemożliwiają zastosowanie izolacji podwójnej
- Obudowa izolacyjna
  - odpowiednia wytrzymałość
  - otwierana przy użyciu kluczy lub narzędzi
  - nie powinny przez nią przechodzić części przewodzące

Ochrona podstawowa (w warunkach normalnych, przed dotykiem bezpośrednim) w/g PN-HD 60364-4

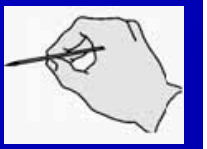
- Izolacja podstawowa części czynnych
- Przegrody lub obudowy
- Przeszkody
- Umieszczenie poza zasięgiem ręki

Izolacja podstawowa 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

Przegrody lub obudowy

- Przeznaczone do zapobiegania jakiemukolwiek dotknięciu części czynnych
- Zapewnienie stopnia ochrony min. IP2X lub IPXXB a dla dostępnych górnych poziomych powierzchni min. IP4X lub IPXXD (za wyjątkiem wymiany części - informacja)
- Odpowiednia wytrzymałość, stabilność
- Usunięcie tylko przy użyciu klucza lub innego narzędzia lub po wyłączeniu zasilania
- Ostrzeżenie dla kondensatorów dostępnych po otwarciu obudowy



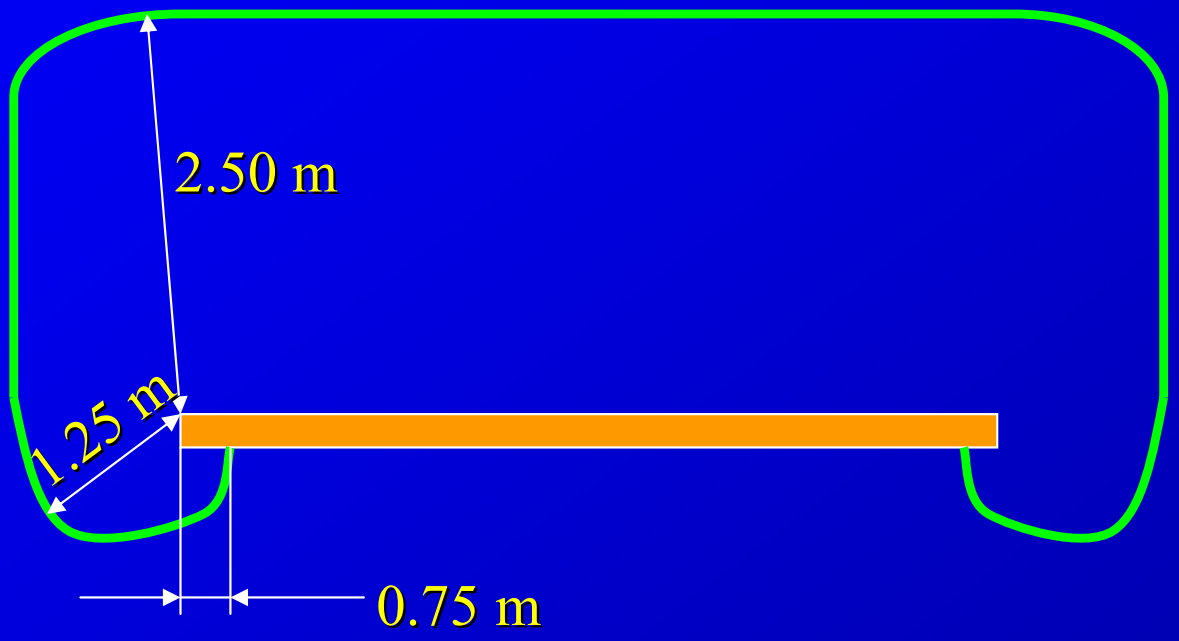
Przeszkody (bariery)

- Zabezpieczają przed przypadkowym dotknięciem (lecz nie przed zamierzonym) do części czynnych
- Powinny uniemożliwić niezamierzone dotknięcie lub zbliżenie do części czynnych w trakcie normalnej obsługi
- 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. 2.5 m 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

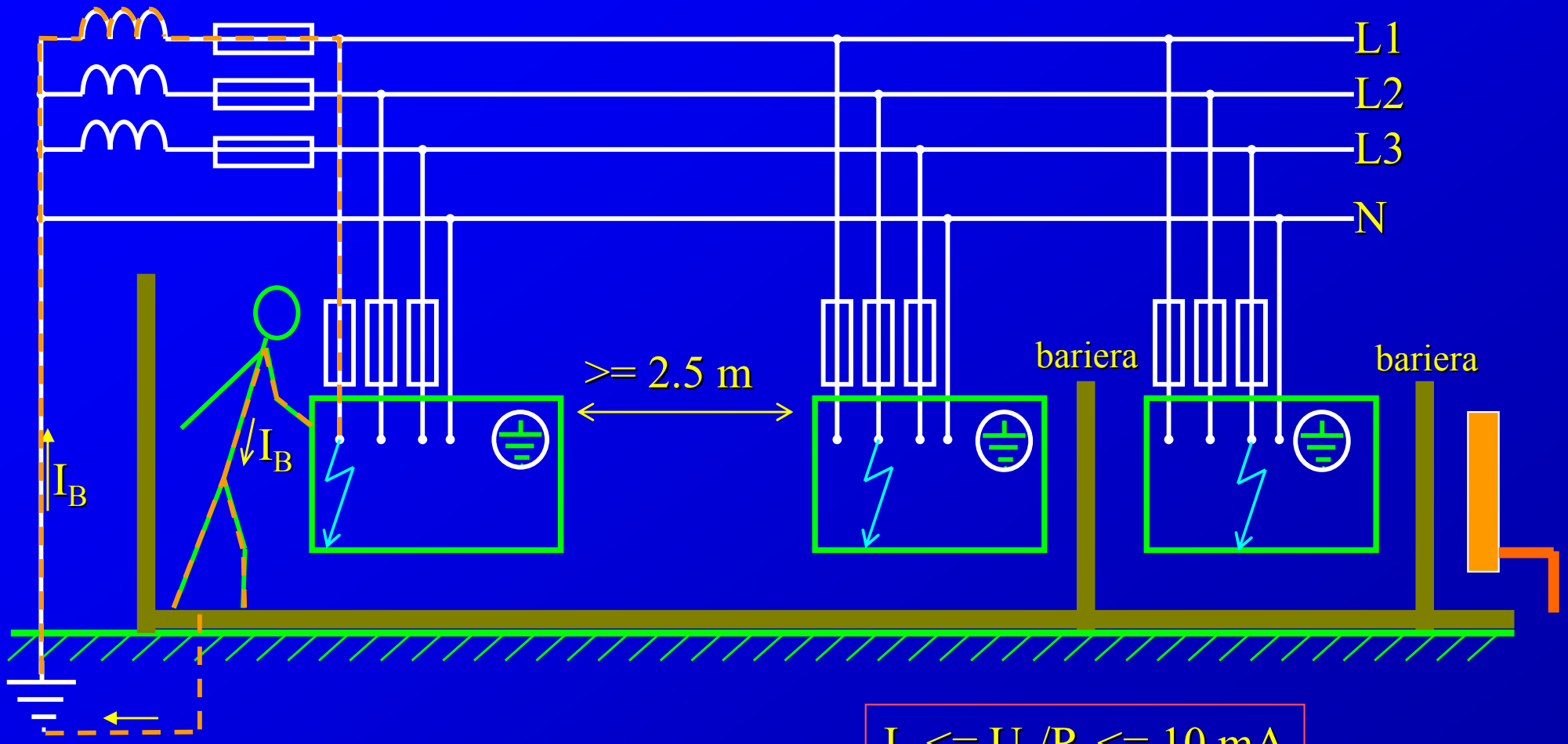
Strefa zasięgu ręki



Ochrona przy uszkodzeniu (dodatkowa, przy dotyku pośrednim)

- Izolowanie stanowiska (Nieprzewodzące pomieszczenia)
- Nieuziemione miejscowe połączenia wyrównawcze
- Separacja elektryczna
- Samoczynne wyłączenie zasilania
- FELV

Izolowanie stanowiska - rysunek

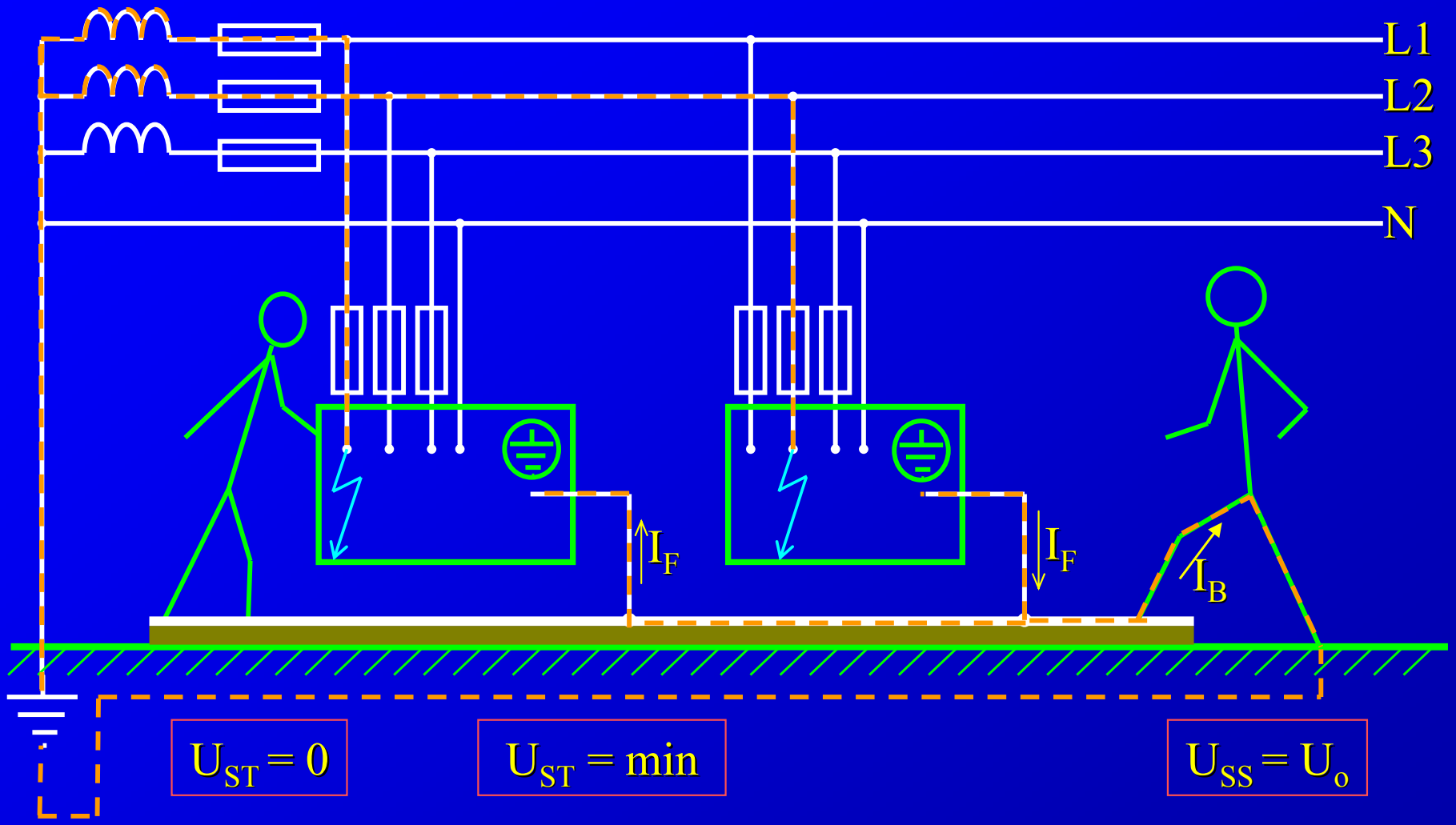


$I_B <= U_o/R_i <= 10$ mA

Izolowanie stanowiska (Nieprzewodzące pomieszczenia)

- Instalacja pod nadzorem osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych tak, że nieautoryzowane zmiany nie mogą być dokonywane
- Rezystancja podłóg i ścian w każdym punkcie min:
  - **50 kΩ** dla U_n <= 500 V
  - **100 kΩ** dla U_n > 500 V
- Części przewodzące dostępne muszą być tak rozmieszczone aby nie można było jednocześnie dotknąć dwóch części przewodzących dostępnych lub jednej części przewodzącej dostępnej i jednej części przewodzącej obcej, jeżeli części te mogą znaleźć się pod różnymi potencjałami
  - oddalenie od siebie na min. 2.5 m
  - umieszczenie barier
  - izolowanie części przewodzących obcych
- Na stanowisku nie wolno umieszczać przewodu ochronnego
- Środki ochrony powinny być wyposażeniem stałym
- Należy zapobiec przenoszeniu potencjału z zewnątrz przez części przewodzące obce

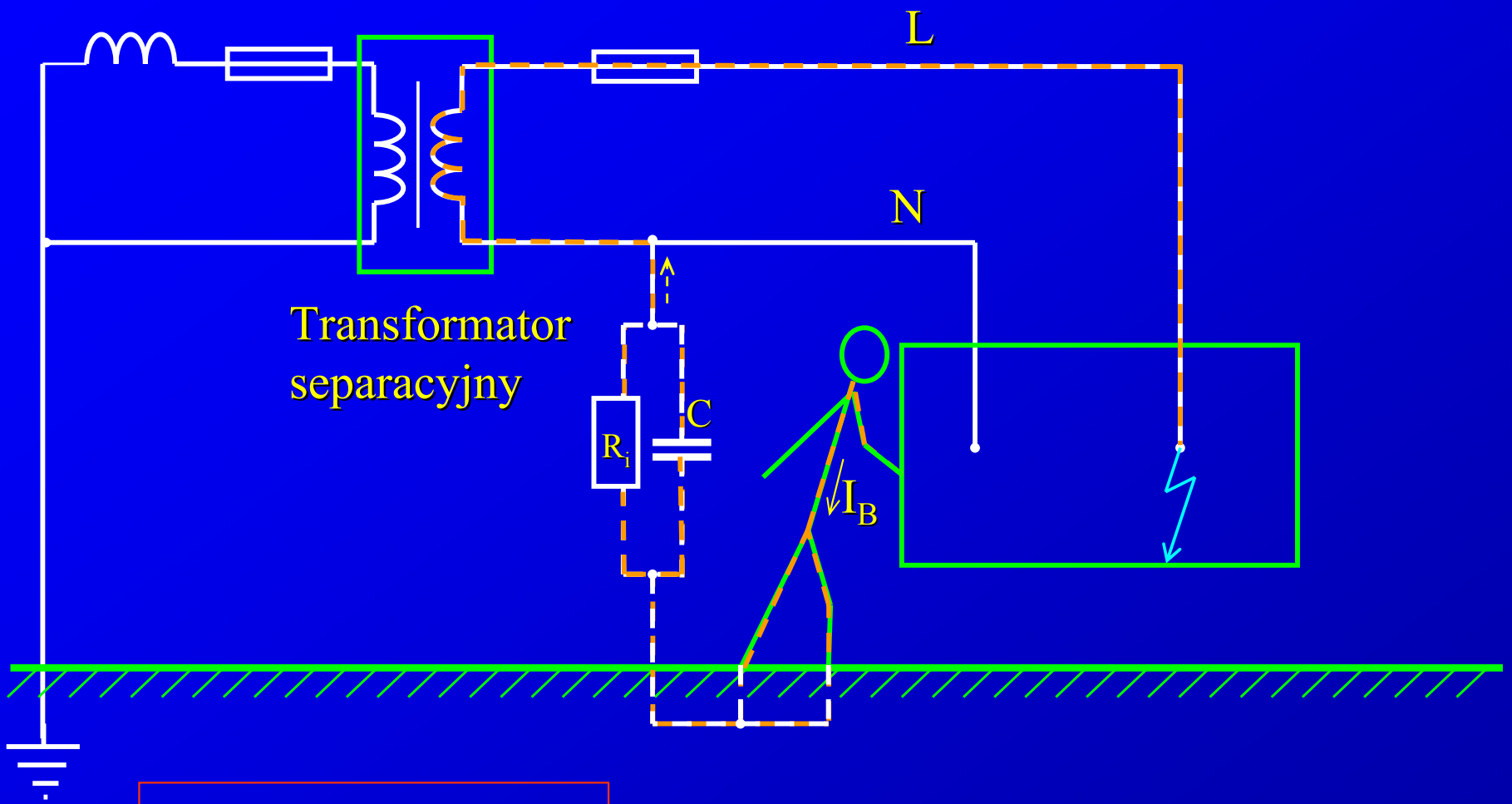
Nieuziemione miejscowe połączenia wyrównawcze - rysunek



Nieuziemione miejscowe połączenia wyrównawcze

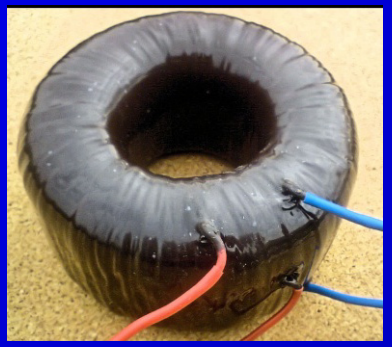
- Instalacja pod nadzorem osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych tak, że nieautoryzowane zmiany nie mogą być dokonywane
- Przewody połączeń wyrównawczych powinny łączyć ze sobą wszystkie części przewodzące jednocześnie dostępne i części przewodzące obce
- System połączeń wyrównawczych nie powinien mieć połączenia elektrycznego z ziemią
- Należy przewidzieć środki ostrożności zapobiegające narażeniu osób wchodzących na stanowisko, szczególnie gdy przewodząca podłoga połączona jest z systemem połączeń wyrównawczych

Separacja elektryczna - jeden odbiornik



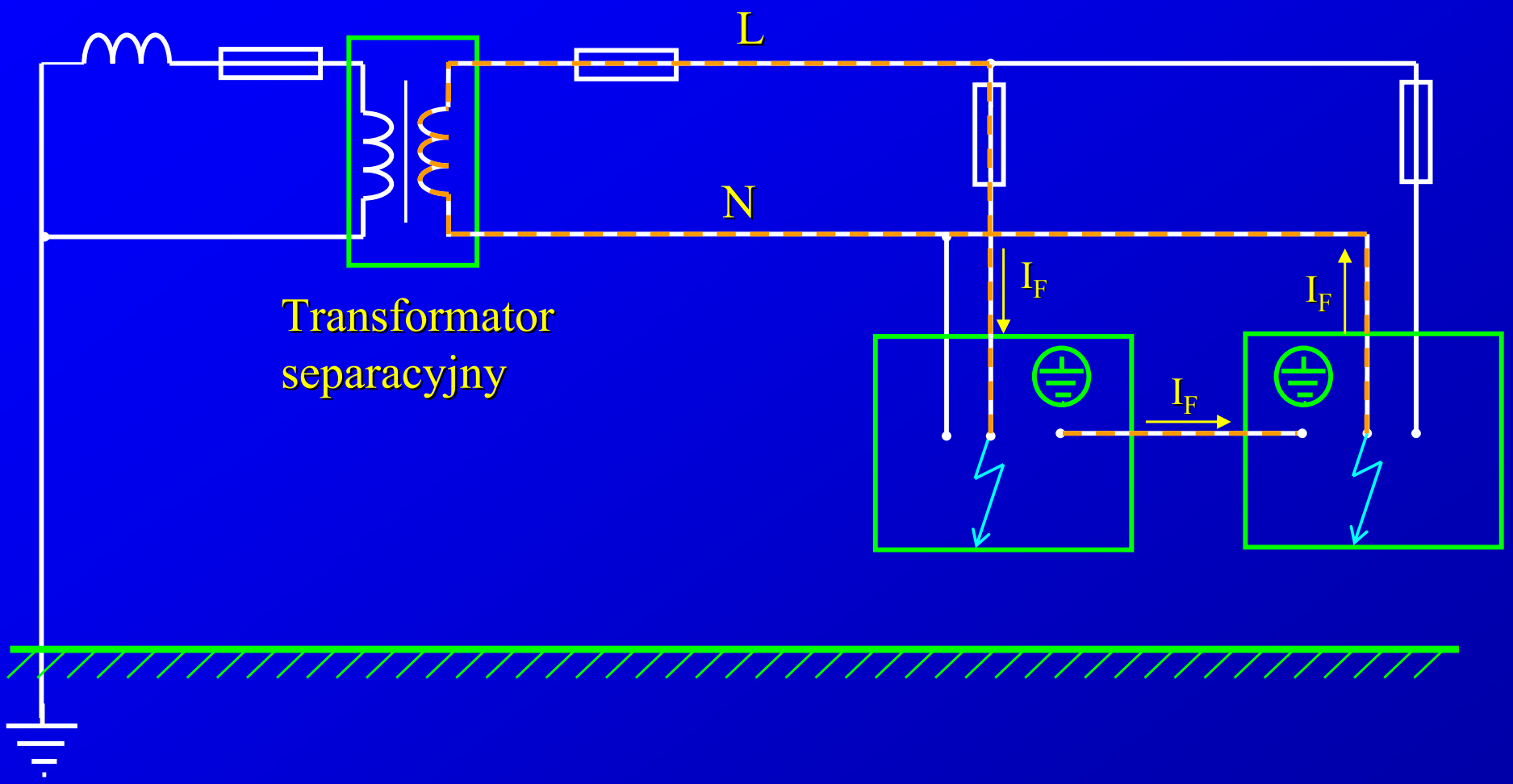
$I_B < U_o \omega C <= 10$ mA

Separacja elektryczna



- Obwód zasilany ze źródła separacyjnego (transformatora separacyjnego lub równoważnego)
- Napięcie nie większe niż 500 V
- Części czynne nie powinny być połączone z innym obwodem ani z ziemią
- Przewody giętkie powinny być widoczne w miejscach, w których mogą ulec uszkodzeniu
- Zaleca się oddzielne oprzewodowanie obwodu
- Części przewodzące dostępne obwodu separacyjnego nie powinny być przyłączone do przewodu ochronnego oraz do części przewodzących dostępnych innych obwodów ani do ziemi

Separacja elektryczna - kilka odbiorników



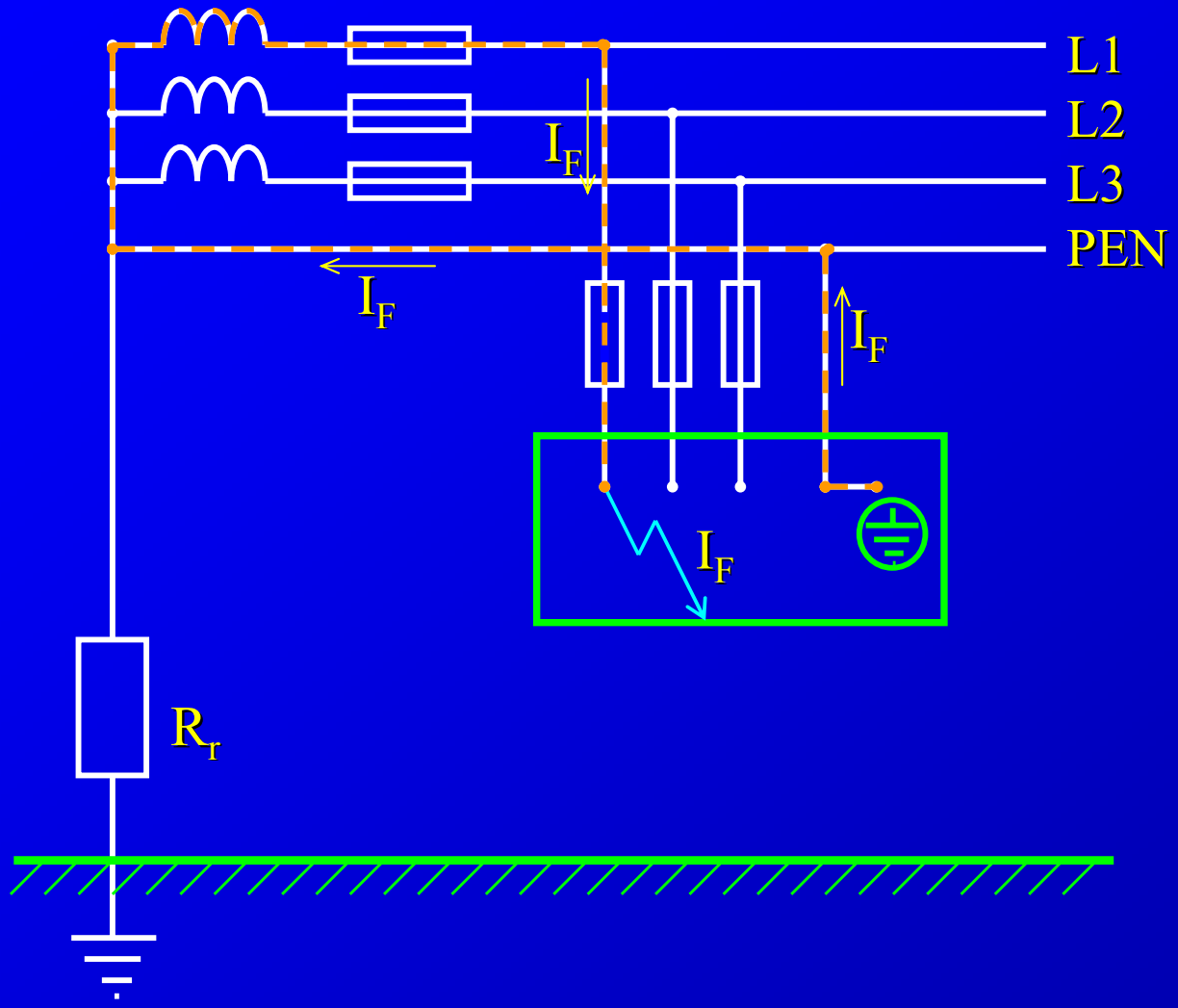
Separacja elektryczna – kilka odbiorników (c.d.)

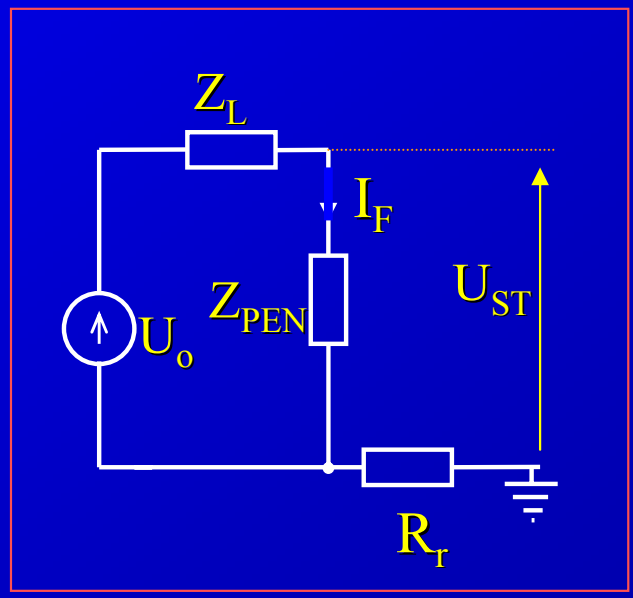
- Instalacja pod nadzorem osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych tak, że nieautoryzowane zmiany nie mogą być dokonywane
- Części przewodzące dostępne obwodu separacyjnego powinny być połączone ze sobą przez izolowane nieuziemione przewody wyrównawcze, przewody tego obwodu nie powinny być połączone z przewodami ochronnymi innych obwodów
- Wszystkie gniazda winny mieć styki ochronne przyłączone do systemu połączeń wyrównawczych (a przewody żyłę)
- W przypadku podwójnego zwarcia dwóch części przewodzących zasilanych przez przewody o różnej biegunowości urządzenie ochronne powinno zapewnić wyłączenie zasilania w czasie jak dla sieci TN
- Długość oprzewodowania nie większa niż 500 m a iloczyn napięcia i długości oprzewodowania nie większy niż 100 000 Vm

Samoczynne wyłączenie zasilania

- W przypadku zwarcia o pomijalnej impedancji pomiędzy przewodem liniowym a częścią przewodzącą dostępną lub przewodem ochronnym, urządzenie wyłączające powinno samoczynnie przerwać zasilanie w czasie zgodnym z odpowiednimi wymaganiami
- Wyłączenie nie jest wymagane, jeżeli napięcie źródła zostanie obniżone w analogicznym czasie do wartości co najwyżej 50 V AC lub 120 V DC
- Jeżeli wymagany czas nie może zostać osiągnięty, należy wykonać dodatkowe ochronne połączenia wyrównawcze
- Dostępne części przewodzące powinny być połączone z przewodem ochronnym
- W każdym budynku winno być wykonane połączenie wyrównawcze ochronne (główne)

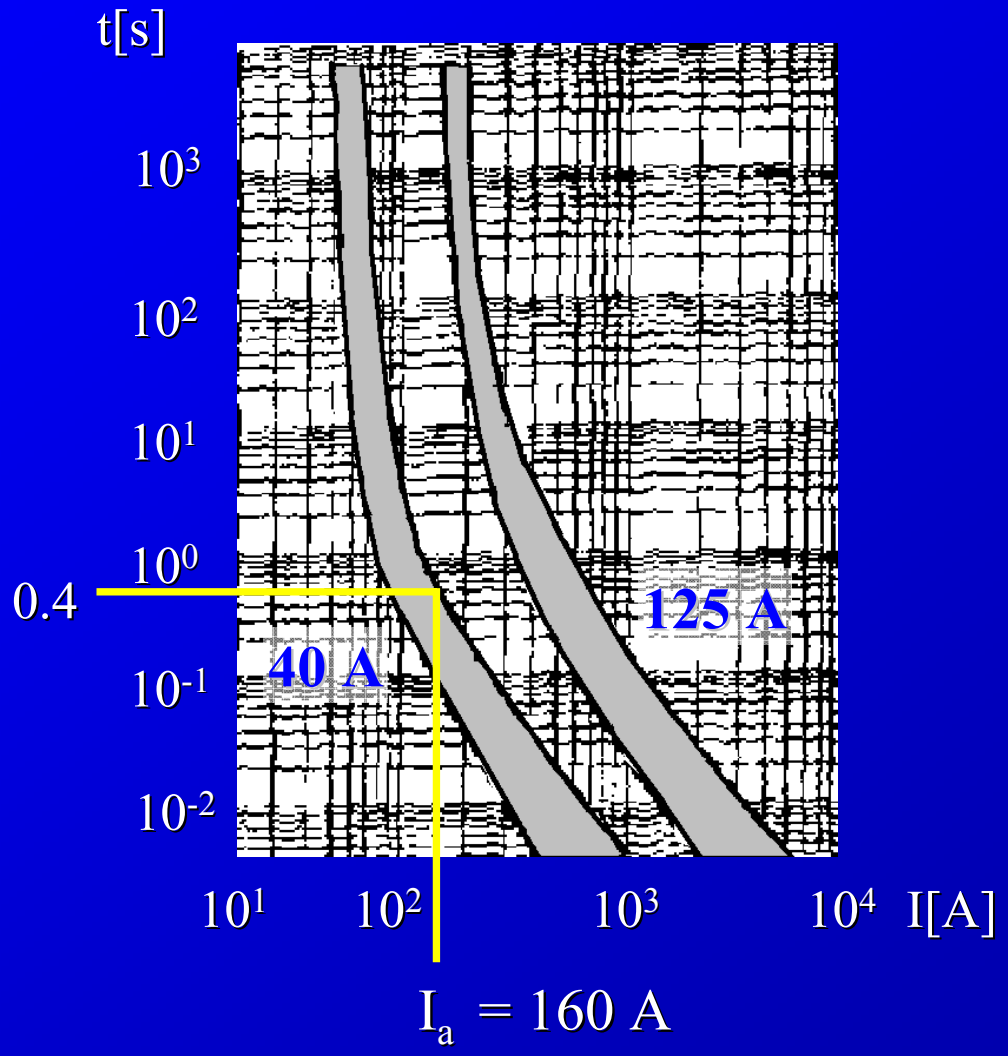
Samoczynne wyłączenie zasilania w sieci TN - rysunek





$$I_F = U_o/Z_S >= I_a$$

Charakterystyka czasowo-prądowa bezpiecznika



Samoczynne wyłączenie zasilania w sieci TN

- Wszystkie części przewodzące dostępne powinny być przyłączone przewodem ochronnym do głównego zacisku uziemiającego instalacji, który powinien być połączony z uziemionym punktem zasilania
- W przypadku zwarcia między przewodem fazowym (liniowym) i przewodem ochronnym lub częścią przewodzącą dostępną urządzenie wyłączające powinno zapewnić samoczynne wyłączenie zasilania w określonym czasie:

Czas wyłączenia w sieci TN

U_0 [V]	t_{max} [s]	
	DC	AC
$50 < U_0 <= 120$	-	0.8
$120 < U_0 <= 230$	5	**0.4**
$230 < U_0 <= 400$	0.4	0.2
$U_0 > 400$	0.1	0.1

Czas wyłączenia do **5 s** jest dopuszczony w obwodach rozdzielczych i obwodach odbiorczych o prądzie znamionowym powyżej 32 A.

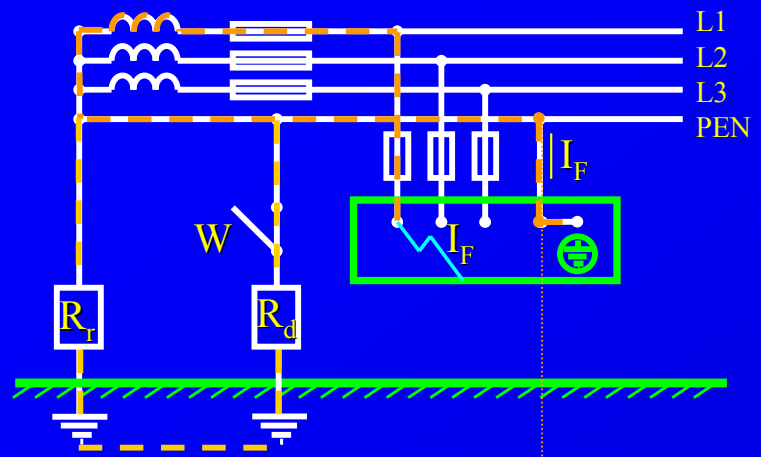
Samoczynne wyłączenie zasilania w sieci TN - c.d.

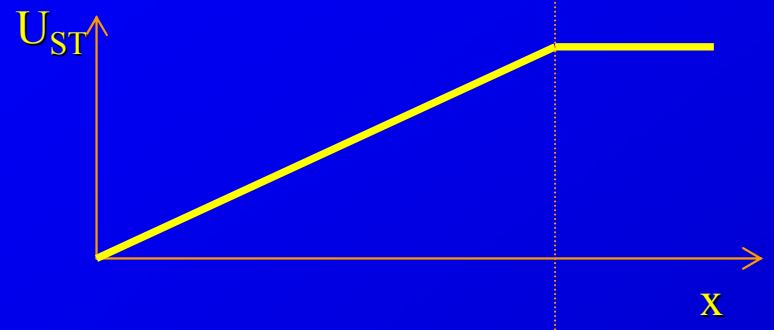
- Warunek jest spełniony, gdy $Z_S I_a <= U_o$, gdzie
  - Z_S - impedancja pętli zwarcia obejmującej źródło zasilania, przewód fazowy (liniowy) i przewód ochronny
  - I_a - prąd powodujący zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w czasie zgodnym poprzednim slajdem
  - U_o - napięcie fazowe
- W sieci TN mogą być stosowane następujące urządzenia ochronne:
  - urządzenia ochronne nadmiarowoprądowe
  - urządzenia ochronne różnicowoprądowe (**nie w TN-C**)

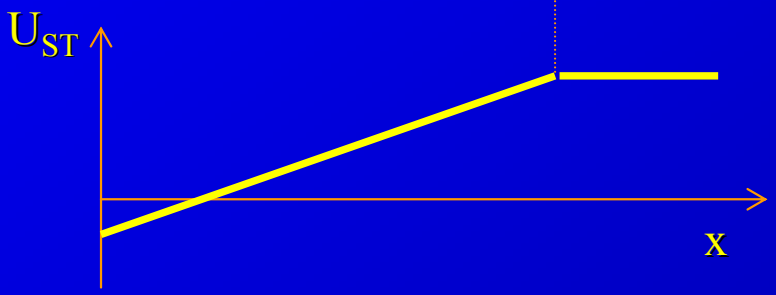
Uziemienia dodatkowe PE

- W przypadku przebicia
  - obniżenie napięcia dotykowego
- W przypadku przebicia i przerwy w PE
  - obniżenie napięcia dotykowego
  - umożliwienie przepływu prądu zwarcia - możliwość wyłączenia napięcia zasilania
- W przypadku przerwy w PEN
  - obniżenie napięcia dotykowego

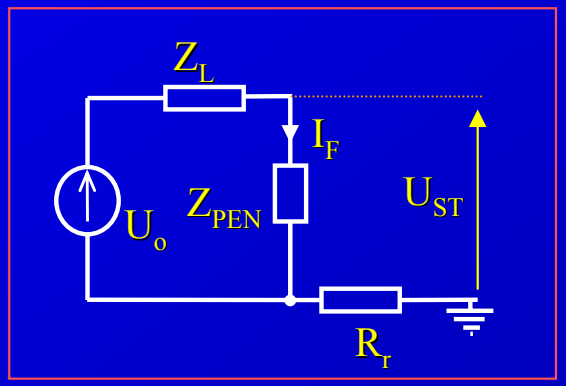
Uziemienia dodatkowe - rysunek



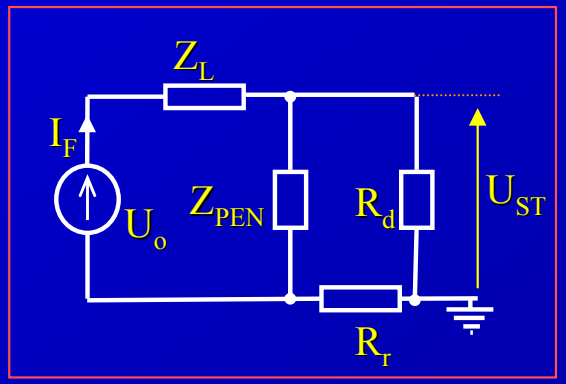




Napięcie dotykowe dla:

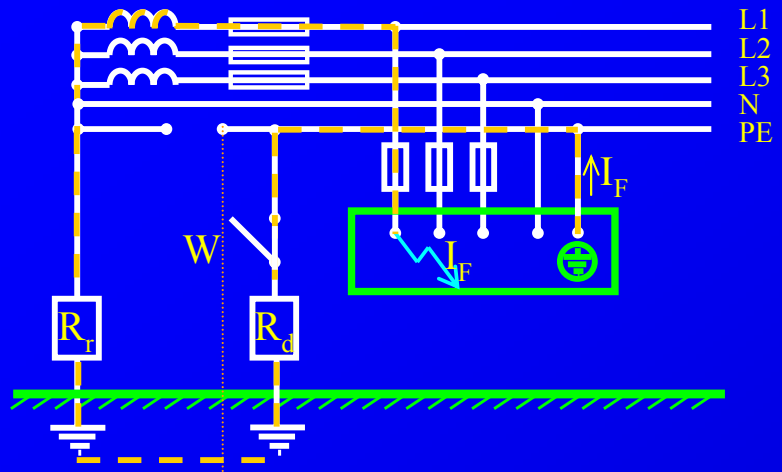


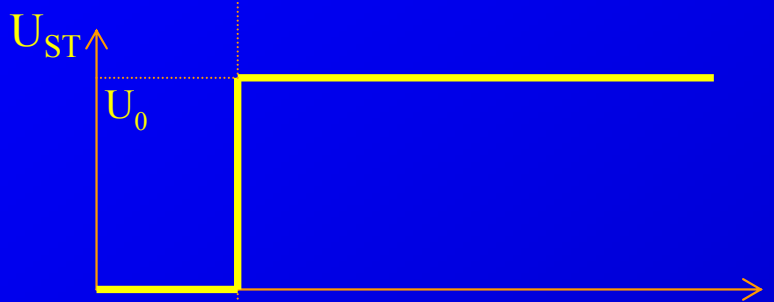
W - otwarty
(brak uziem. dod.)

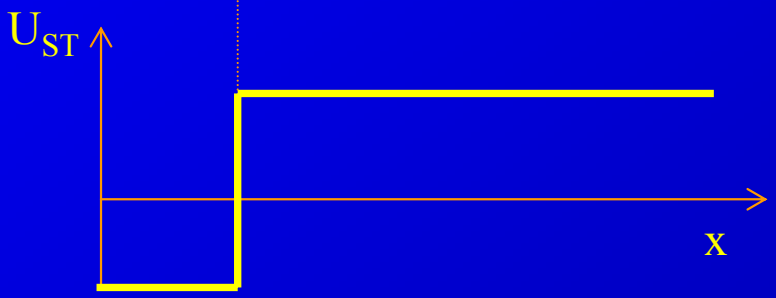


W - zamknięty
(jest uziem. dod.)

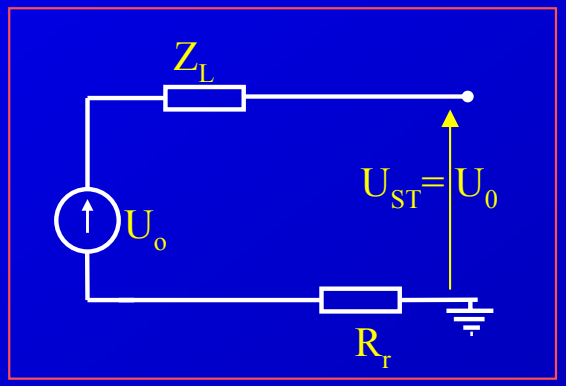
Uziemienia dodatkowe - przerwa w PE



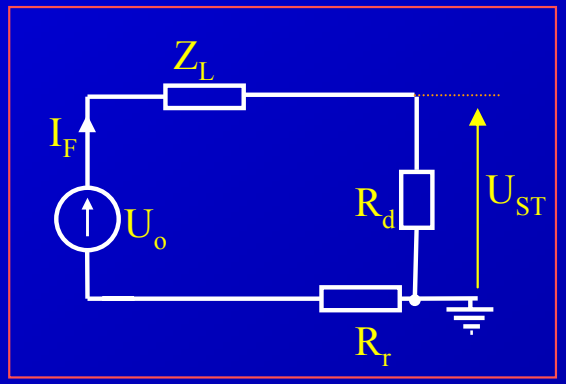




Napięcie dotykowe dla:

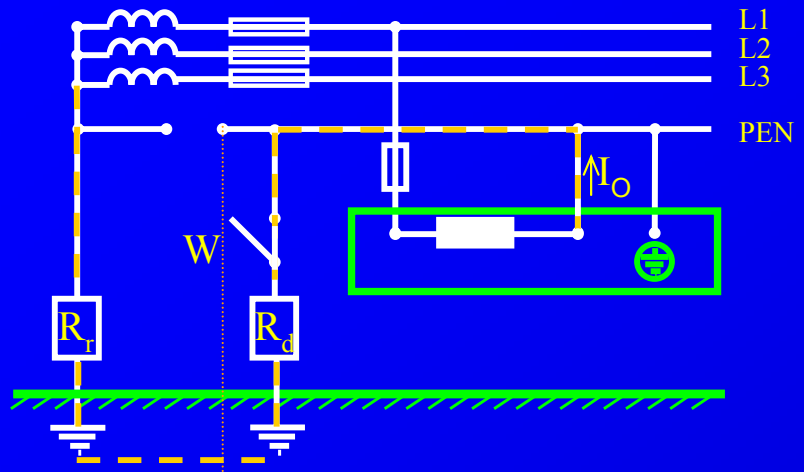


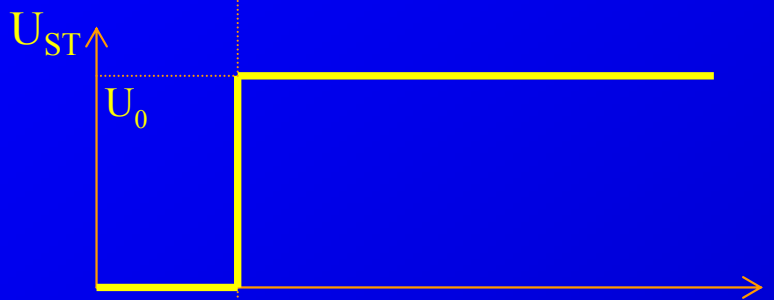
W - otwarty
(brak uziem. dod.)

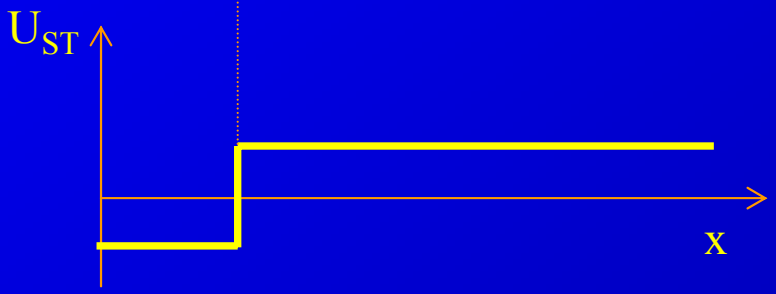


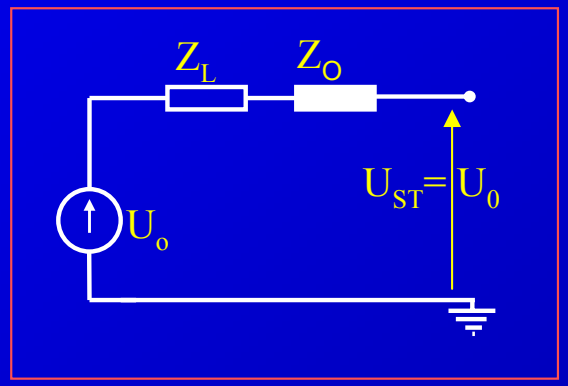
W - zamknięty
(jest uziem. dod.)

Uziemienia dodatkowe - przerwa w PEN



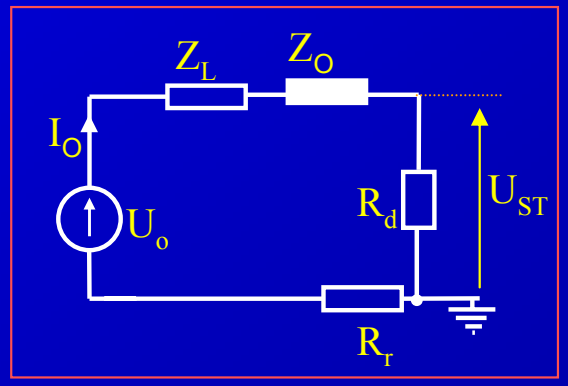






Napięcie dotykowe dla:

W - otwarty
(brak uziem. dod.)



W - zamknięty
(jest uziem. dod.)

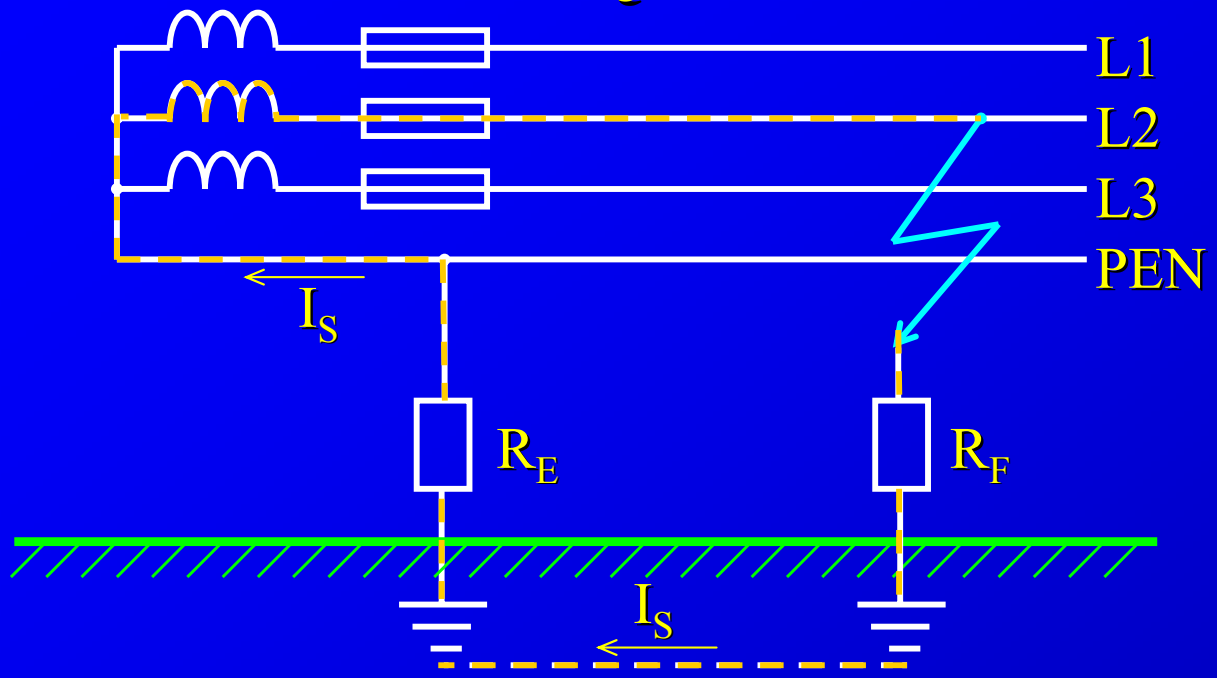
Rezystancja uziemienia dodatkowego

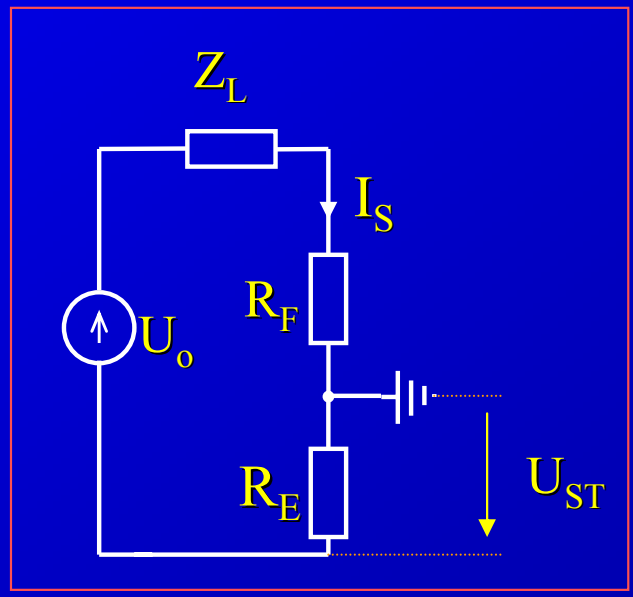
- W sieci TN rezystancja uziemienia dodatkowego (budynku) nie powinna przekroczyć 30 Ω.
- Wzdłuż całej trasy linii napowietrznej odległość między uziemieniami o rezystancji maks. 30 Ω nie powinna przekraczać 500 m.
- Na końcu każdej linii i każdego odgałęzienia o długości ponad 200 m – uziemienie o rezystancji maks. 30 Ω, a w kole o średnicy 300 m obejmującym taki koniec uziemienia o wypadkowej rezystancji maks. 5 Ω

Uziemienia robocze w sieci TN

- Wypadkowa rezystancja uziemień o rezystancji maks. 30 Ω znajdujących się w kole o promieniu 100 m dookoła stacji nie powinna przekraczać 5 Ω.
- Jeżeli w sieci możliwe jest zwarcie doziemne (linie napowietrzne) to to aby napięcie między przewodem ochronnym a ziemią nie przekroczyło 50 V musi być spełniony warunek: $\mathbf{R_E/R_F <= 50/(U_o - 50)}$, gdzie:
  - $\mathbf{R_E}$ - wypadkowa rezystancja wszystkich połączonych równolegle uziomów dodatkowych i uziemienia roboczego
  - $\mathbf{R_F}$ - minimalna rezystancja przejścia w miejscu zwarcia (przy braku danych przyjmujemy $\mathbf{R_F}$ = 10 Ω, wtedy $\mathbf{R_E <= 2.8\ \Omega}$)

Zwarcie przewodu fazowego (liniowego) z ziemią w sieci TN - rysunek





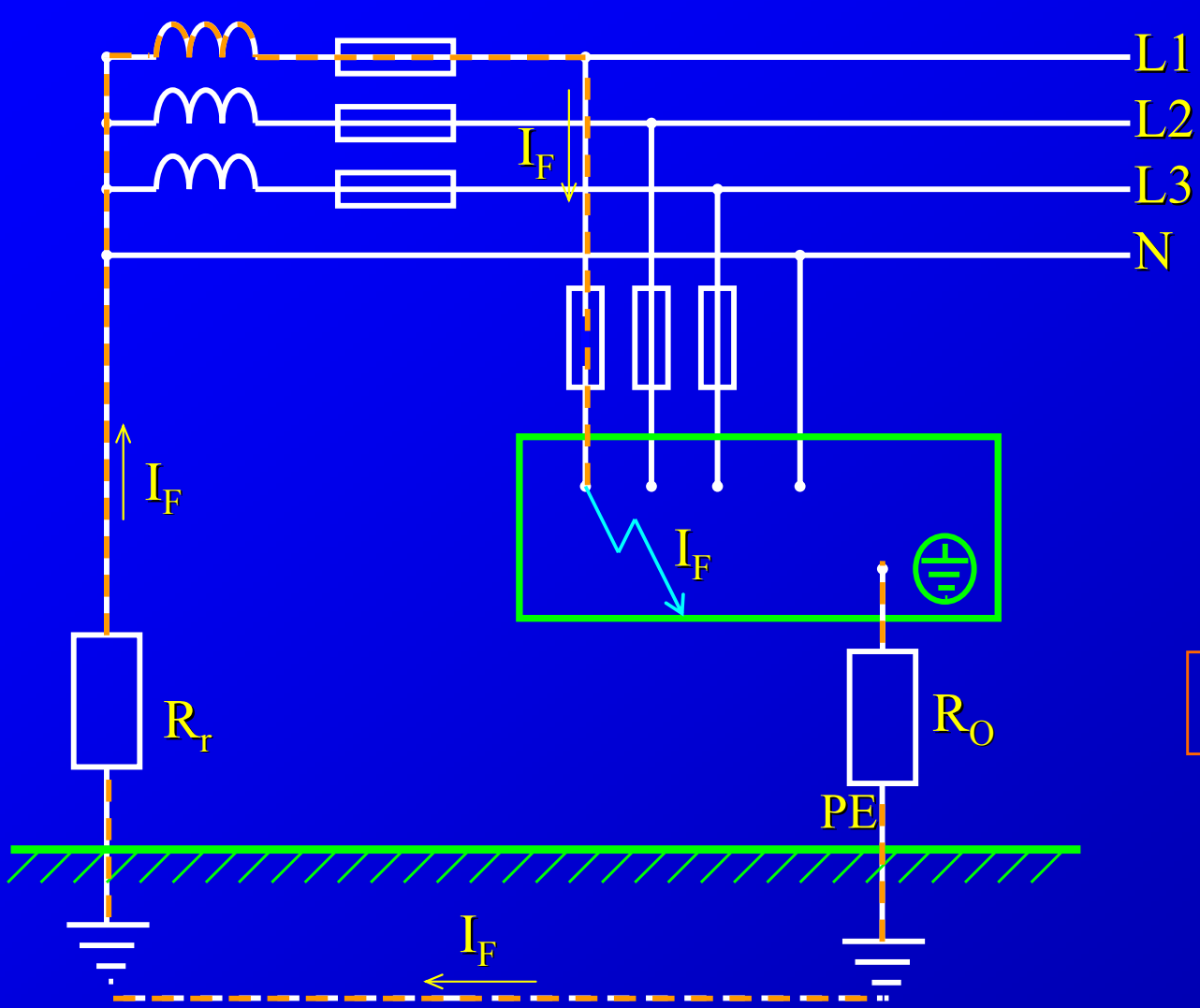
$$U_{ST} = U_o \frac{R_E}{R_E + R_F + Z_L} \leq U_o \frac{R_E}{R_E + R_F} \leq 50V$$

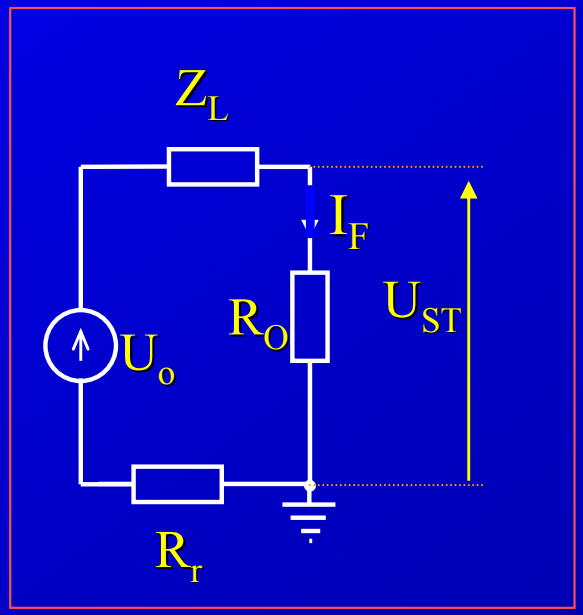
$$R_E \leq \frac{50 R_F}{U_o - 50}$$

Sieć TN-S a TN-C

- Możliwość stosowania wyłączników różnicowoprądowych w sieci TN-S do ochrony przy uszkodzeniu
- W sieci TN-C przy przerwanym przewodzie PEN na częściach przewodzących dostępnych pojawia się napięcie
- W przypadku przepływu prądu I_N w przewodzie neutralnym w sieci TN-S spadek napięcia na tym przewodzie nie przenosi się na części chronione - istotne przy dużym I_N - również dla prądów trzeciej harmonicznej

Samoczynne wyłączenie zasilania w sieci TT - rysunek





$$U_{ST} = I_F R_o \approx U_o R_o/(R_o+R_r)$$

Czas wyłączenia w sieci TT

U_0 [V]	t_{max} [s]	
	DC	**AC**
$50<U_0<=120$	-	0.3
$120<U_0<=230$	0.4	0.2
$230<U_0<=400$	0.2	0.07
$U_0>400$	0.1	0.04

Czas wyłączenia do 1 s jest dopuszczony w obwodach rozdzielczych i obwodach odbiorczych o prądzie znamionowym powyżej 32 A.

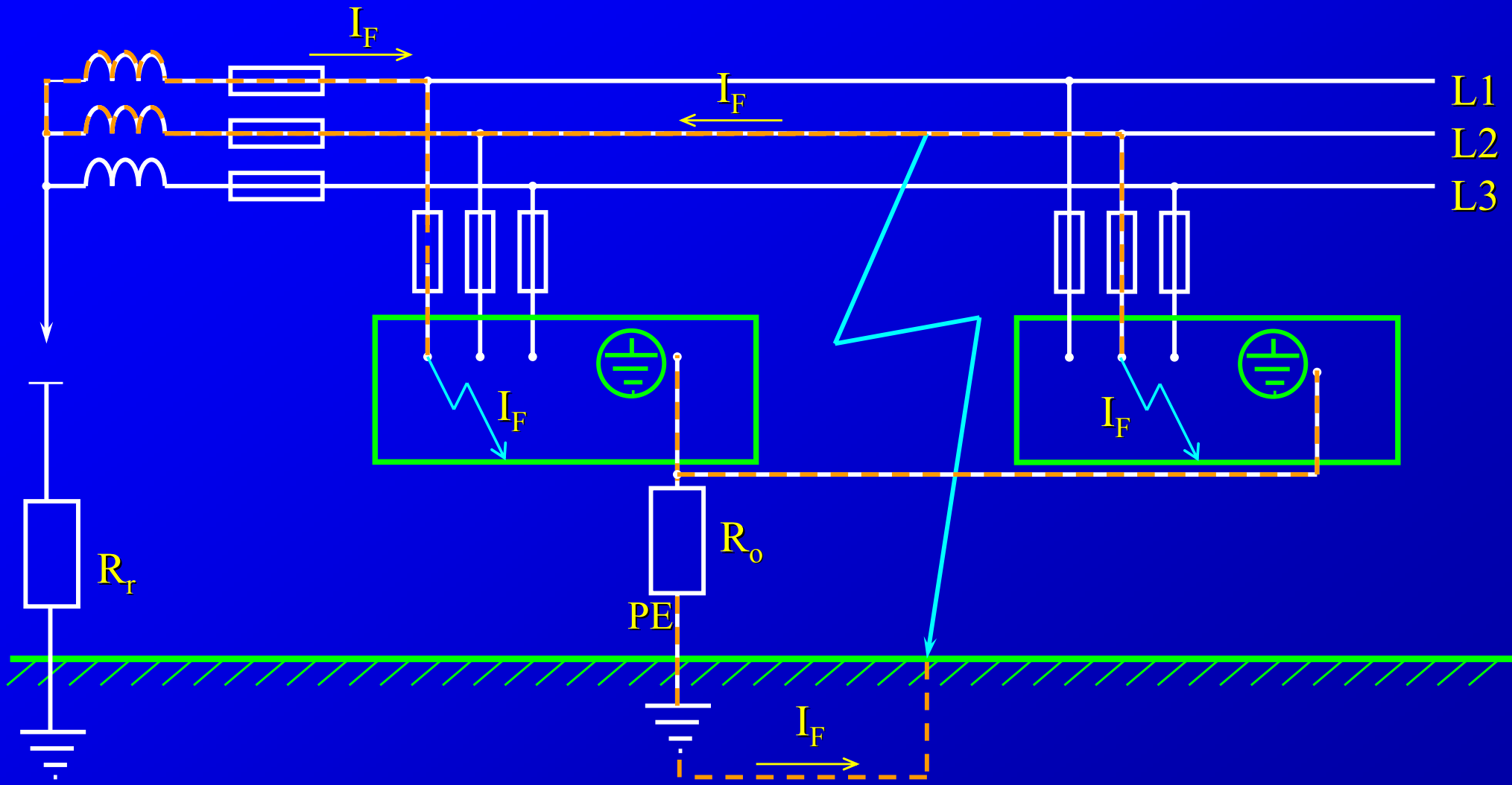
Samoczynne wyłączenie zasilania w sieci TT

- Wszystkie części przewodzące dostępne chronione przez to samo urządzenie powinny być połączone ze sobą przewodami ochronnymi i przyłączone do tego samego uziomu
- Punkt neutralny powinien być uziemiony w każdej stacji transformatorowej
- Zalecanym urządzeniem ochronnym jest urządzenie różnicowoprądowe (RCD)
- Dla RCD powinien być spełniony warunek:
  $R_o I_a <= 50$ V
  - I_a - prąd powodujący wyłączenie w odpowiednim czasie
  - R_o – suma rezystancji uziemienia ochronnego i przewodu ochronnego

Samoczynne wyłączenie zasilania w sieci TT – wyłączniki nadmiarowopradowe

- Zabezpieczenia nadmiarowoprądowe mogą być użyte do ochrony pod warunkiem zapewnienia stałej realnie małej wartości Z_S
- Powinien być wtedy spełniony warunek: $\mathbf{Z_S I_a <= U_o}$
  - Z_S – impedancja pętli zwarcia obejmującej: źródło, przewód linowy, przewód uziemiający, uziemienie ochronne i uziemienie robocze
  - I_a- prąd powodujący wyłączenie w odpowiednim czasie
  - U_0 – napięcie fazowe
- Jeżeli w instalacji jest ochronne połączenie wyrównawcze przyłączone do części przewodzących obcych, to mogą być stosowane czasy wg tabeli dla sieci TN

Samoczynne wyłączenie zasilania w sieciach IT - rysunek



Samoczynne wyłączenie zasilania w sieciach IT

- Przewody i części czynne odizolowane od ziemi
- Wyłączenie pojedynczego zwarcia nie jest wymagane
  - urządzenie do ciągłej kontroli stanu izolacji doziemnej (IMD)
- Części przewodzące dostępne powinny być uziemione z zachowaniem warunku: $R_o I_F <= 50$ V AC lub 120 V DC, gdzie:
  - R_o – suma rezystancji uziemienia i przewodu ochronnego
  - I_F – prąd pojedynczego zwarcia
- Mogą być stosowane następujące urządzenia ochronne:
  - urządzenia ochronne nadmiarowoprądowe
  - urządzenia ochronne różnicowoprądowe
- Po wystąpieniu podwójnego zwarcia urządzenie zabezpieczające powinno zapewnić ochronę – wyłączyć zasilanie z zachowaniem warunków:

Samoczynne wyłączenie zasilania w sieciach IT - cd.

- Przy zamknięciu pętli zwarcia całkowicie przez przewody:
  - **$2 I_a Z_S <= U_n$** dla sieci bez przewodu N
  - **$2 I_a Z_S' <= U_o$** dla sieci z przewodem N
  - **Z_S** - impedancja pętli zwarcia obejmującej przewód fazowy (liniowy) i ochronny
  - **Z_S'** - impedancja pętli zwarcia obejmującej przewód neutralny i ochronny
  - **I_a** - prąd powodujący zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w czasie jak dla sieci TN
- Przy zamknięciu pętli zwarcia przez ziemię: **$R_o I_a <= 50$ V**
  - I_a - prąd powodujący zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w czasie jak dla sieci TT
  - R_o – sumą rezystancji uziemienia ochronnego i przewodu ochronnego

Bardzo niskie napięcie funkcjonalne (FELV)

1. Poziom napięcia - napięcie bezpieczne
2. Źródło – transformator z pojedynczą separacją lub ochronny

2. Wtyczki i gniazda unikatowe ze stykiem ochronnym

3. Ochrona podstawowa zapewniona przez:
   - ogrodzenia lub obudowy
   - izolację dla napięcia pierwotnego

4. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona przez połączenie części przewodzących dostępnych obwodu FELV z przewodem ochronnym obwodu pierwotnego chronionego przez samoczynne wyłączenie zasilania

Uzupełniające środki ochrony

- Urządzenia różnicowoprądowe o znamionowym prądzie wyzwalania nie przekraczającym 30 mA
- Dodatkowe ochronne połączenia wyrównawcze

Urządzenia różnicowoprądowe

- Urządzenia ochronne różnicowoprądowe o prądzie wyzwalania nie przekraczającym **30 mA** uważa się za uzupełnienie ochrony podstawowej i/lub ochrony przy uszkodzeniu
- Obowiązkowe dla chronionych przez samoczynne wyłączenia zasilania:
  - gniazd do 20 A przewidzianych do powszechnego użytku i do obsługiwania przez osoby niewykwalifikowane
  - urządzeń ruchomych do 32 A używanych na zewnątrz

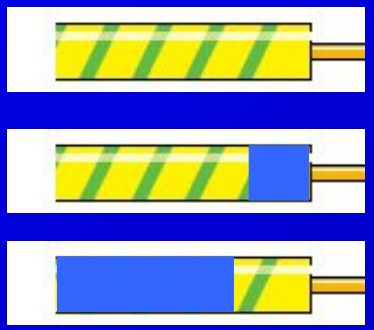
Dodatkowe ochronne połączenia wyrównawcze

- Stanowią uzupełnienie ochrony przy uszkodzeniu
- Powinny obejmować wszystkie części przewodzące jednocześnie dostępne urządzeń stałych i części przewodzące obce oraz (jeżeli to możliwe) metalowe elementy konstrukcyjne
- Układ połączeń powinien być połączony z przewodami ochronnymi wszystkich urządzeń
- Przy wątpliwościach co do skuteczności należy wykazać, że:

$$R <= 50\ V / I_a\ (AC) \text{ lub } R <= 120\ V / I_a\ (DC)$$

  - R – rezystancja między równocześnie dotykanymi częściami przewodzącymi dostępnymi a częściami obcymi
  - I_a - prąd zadziałania urządzenia ochronnego:
    - $I_{\Delta n}$ dla wyłączników różnicowoprądowych
    - powodujący wyłączenie w ciągu 5 s dla wyłączników nadmiarowoprądowych

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 instalacyjne, obudowy i konstrukcje urządzeń instalacyjnych jeżeli zapewniają ciągłość elektryczną i odpowiedni przekrój
- PEN - tylko w instalacjach stałych, musi mieć izolację

Przewody ochronne i wyrównawcze

- Następujące części metalowe nie mogą być stosowane jako przewody ochronne i wyrównawcze:
  - metalowe rury wodociągowe
  - rury zawierające łatwopalne gazy lub płyny
  - części konstrukcyjne narażone na naprężenia w czasie pracy
  - giętkie części metalowe
  - elementy podtrzymujące oprzewodowanie
  - korytka i drabinki instalacyjne

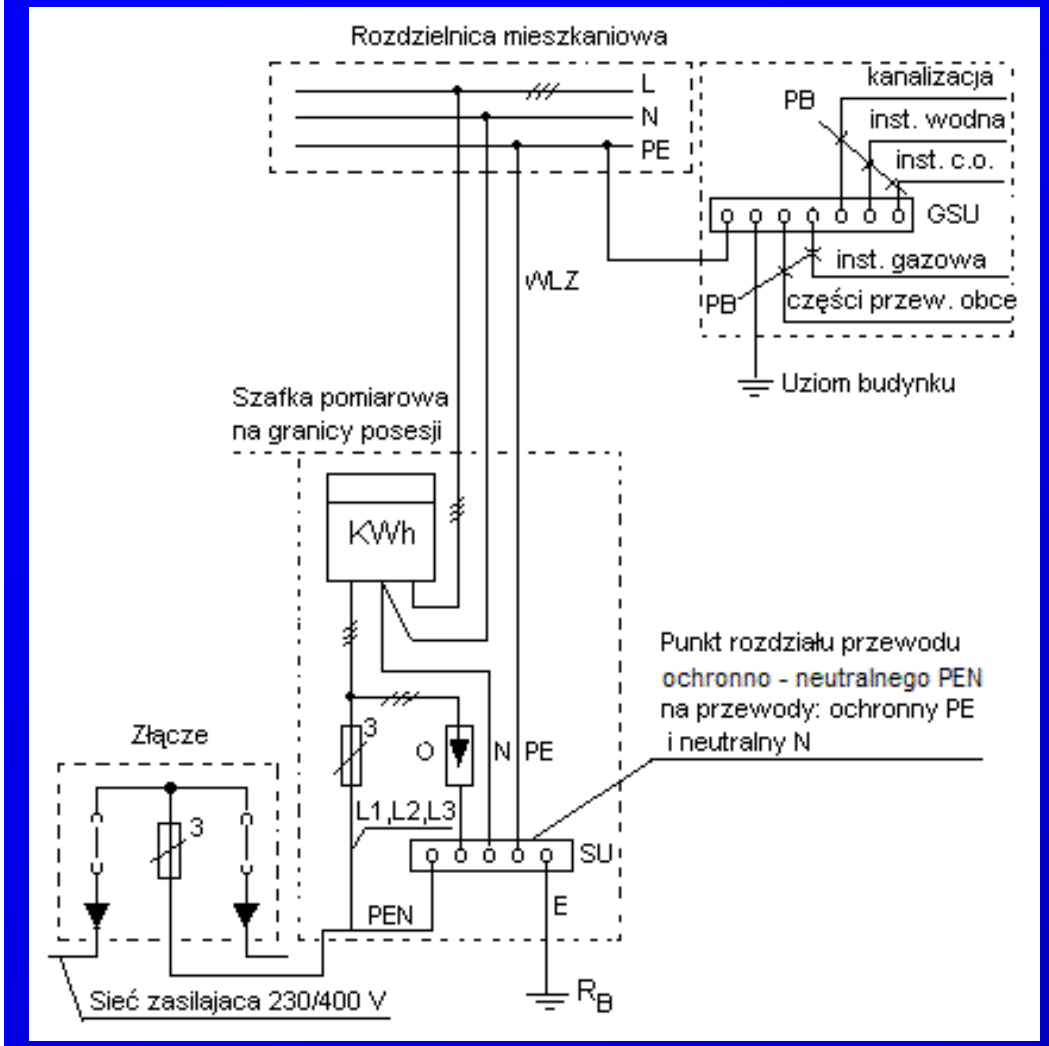
Przewody ochronne - przekroje

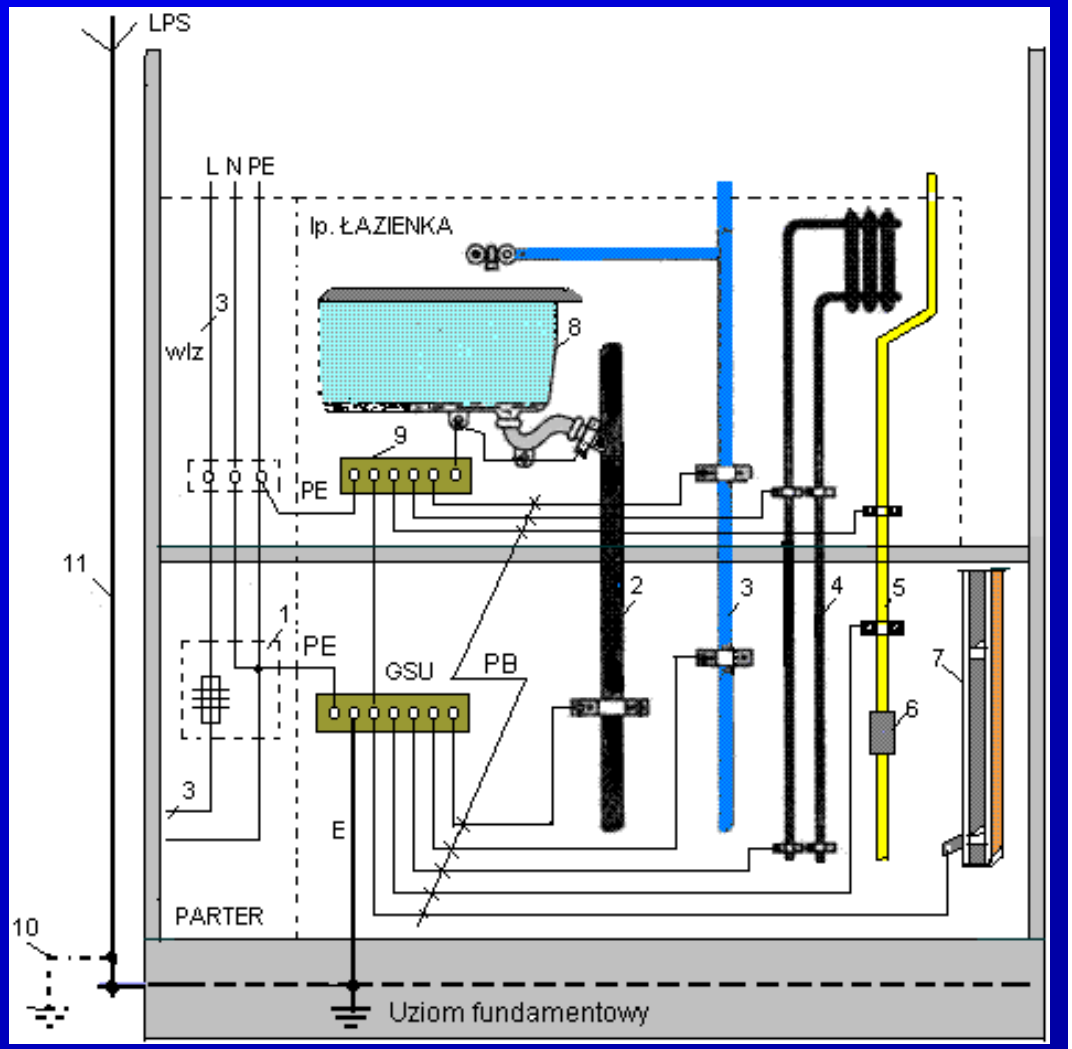
- Przekrój przewodu ochronnego S_{PE} w zależności od przekroju przewodu fazowego (liniowego) S_F nie powinien być mniejszy niż:
  - $S_{PE} >= S_F$ dla $S_F <= 16$ mm^2
  - $S_{PE} >= 16$ mm^2 dla 35 mm^2 $>= S_F > 16$ mm^2
  - $S_{PE} >= S_F/2$ dla $S_F > 35$ mm^2
- Przekrój PEN w kablach współosiowych min. 4 mm^2, wszystkie połączenia dublowane
- Przekrój przewodu, nie będącego żyłą kabla lub jego powłoką nie powinien być mniejszy niż:
  - dla PE:
    - 2.5 mm^2 dla przewodów zabezpieczonych przed mech. uszkodzeniem
    - 4.0 mm^2 dla przewodów niezabezpieczonych
  - dla PEN w instalacjach stałych: 10 mm^2 Cu lub 16 mm^2 Al.

Przewody uziemiające

- Przekroje tak, jak przewody ochronne z tym, że:
- Przewody umieszczone w ziemi powinny mieć przekrój co najmniej:
  - zabezpieczone przed korozją i uszkodzeniem mechanicznym: 2.5 mm^2 Cu i 10 mm^2 Fe
  - zabezpieczone przed korozją a nie zabezpieczone przed uszkodzeniem mechanicznym: 16 mm^2
  - nie zabezpieczone przed korozją: 25 mm^2 Cu i 50 mm^2 Fe

Połączenia wyrównawcze w budynku





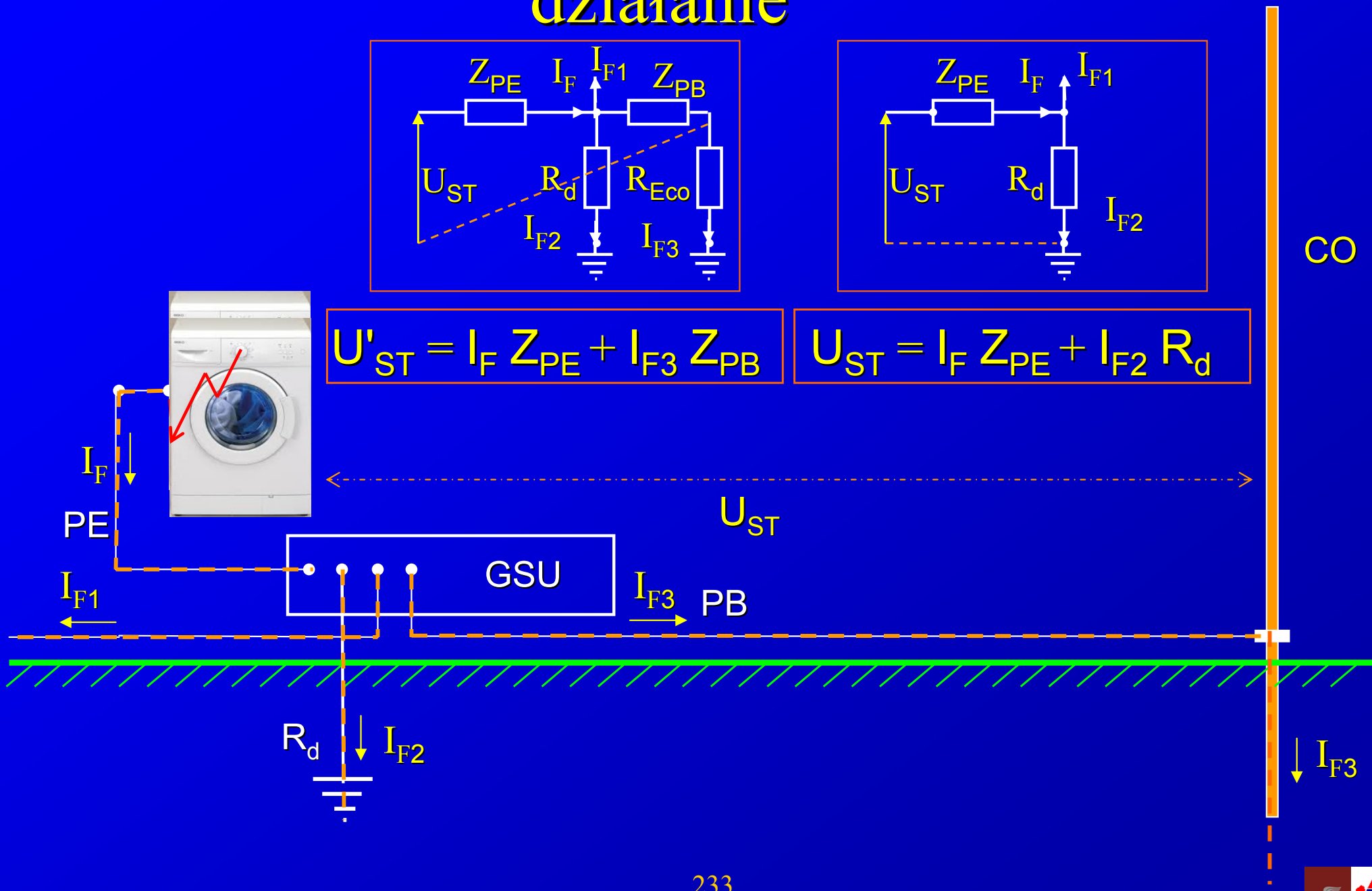
Połączenie wyrównawcze główne:

- W każdym obiekcie budowlanym połączenie wyrównawcze główne powinno łączyć ze sobą:
  - główny przewód ochronny (obwodu rozdzielczego)
  - główną szynę (zacisk) uziemiającą
  - metalową instalację wodociągową, grzewczą wodną i gazową
  - metalowe elementy konstrukcyjne, CO, klimatyzacji, dźwigów, przewodów kominowych, obudów urządzeń telekomunikacyjnych
  - 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 maks. przekroju przewodu ochronnego danej instalacji i nie mniej niż: 6 mm^2 Cu, 16 mm^2 Al, 50 mm^2 Fe lecz nie musi być większy niż 25 mm^2 Cu lub ekw.

Połączenia wyrównawcze w budynku - działanie

$$U'_{ST} = I_F Z_{PE} + I_{F3} Z_{PB}$$

$$U_{ST} = I_F Z_{PE} + I_{F2} R_d$$



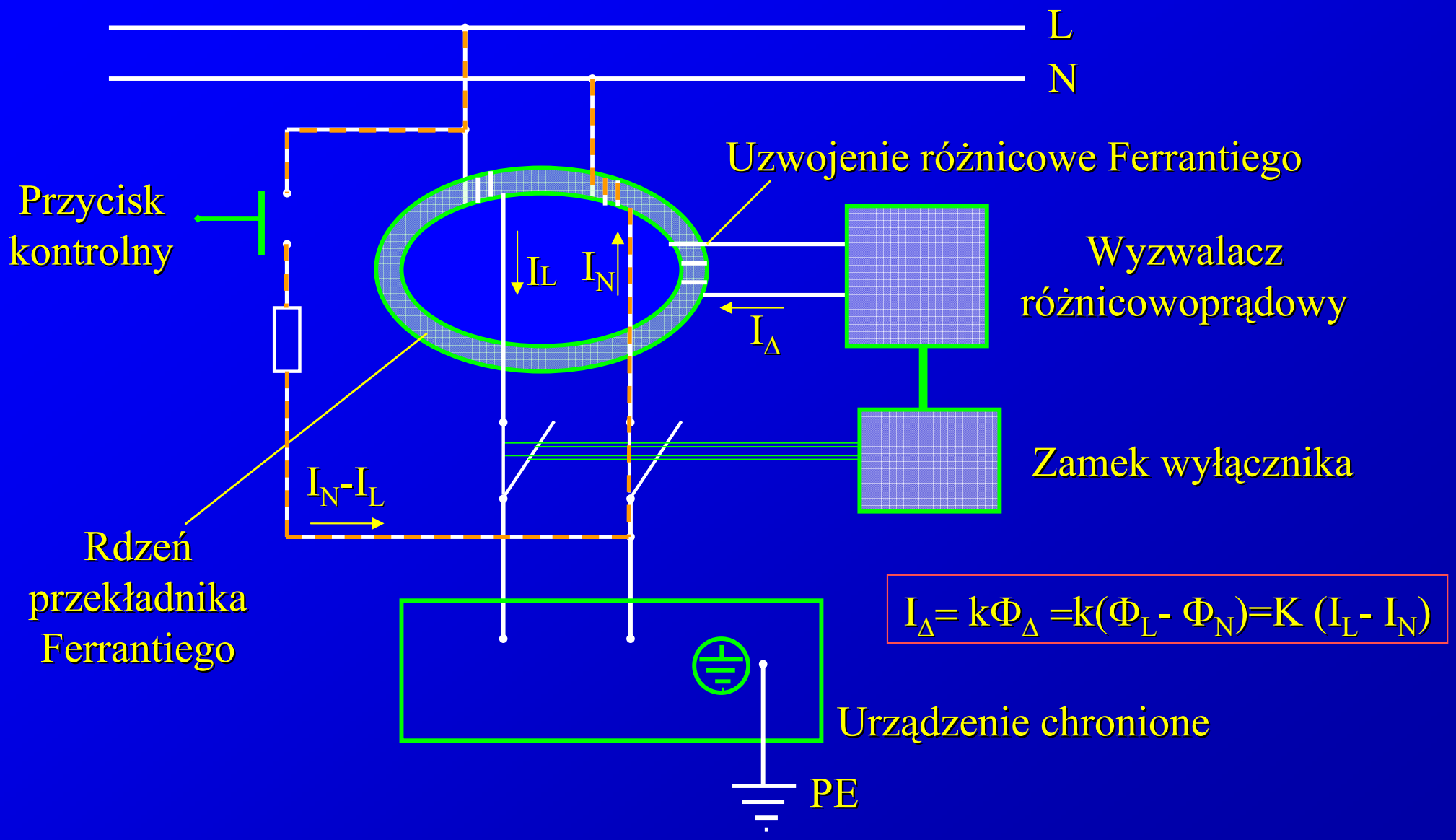
Rola połączenia wyrównawczego głównego

- W pewnych uszkodzeniach instalacji elektrycznej (głównie zwarciach jednofazowych) mogą się pojawić na niektórych częściach przewodzących napięcia dotykowe względem ziemi.
- Dotknięcie jednoczesne innej części przewodzącej jest dużo bardziej groźne 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

Połączenia wyrównawcze miejscowe (dodatkowe)

- 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)
- Przewód połączenia wyrównawczego powinien mieć przekrój nie mniejszy niż (dotyczy też dodatkowych też połączeń wyrównawczych ochronnych):
  - przekrój najmniejszego przewodu ochronnego przyłączonego do części przewodzących dostępnych przy łączeniu tych części przewodzących dostępnych
  - połowa przekroju najmniejszego przewodu ochronnego przyłączonego do części przewodzącej dostępnej przy łączeniu części przewodzącej dostępnej z częścią przewodzącą obcą (nie mniej niż 2.5 mm^2 dla przewodów chronionych przed mechanicznym uszkodzeniem i 4 mm^2 dla niechronionych)

Budowa wyłącznika różnicowoprądowego

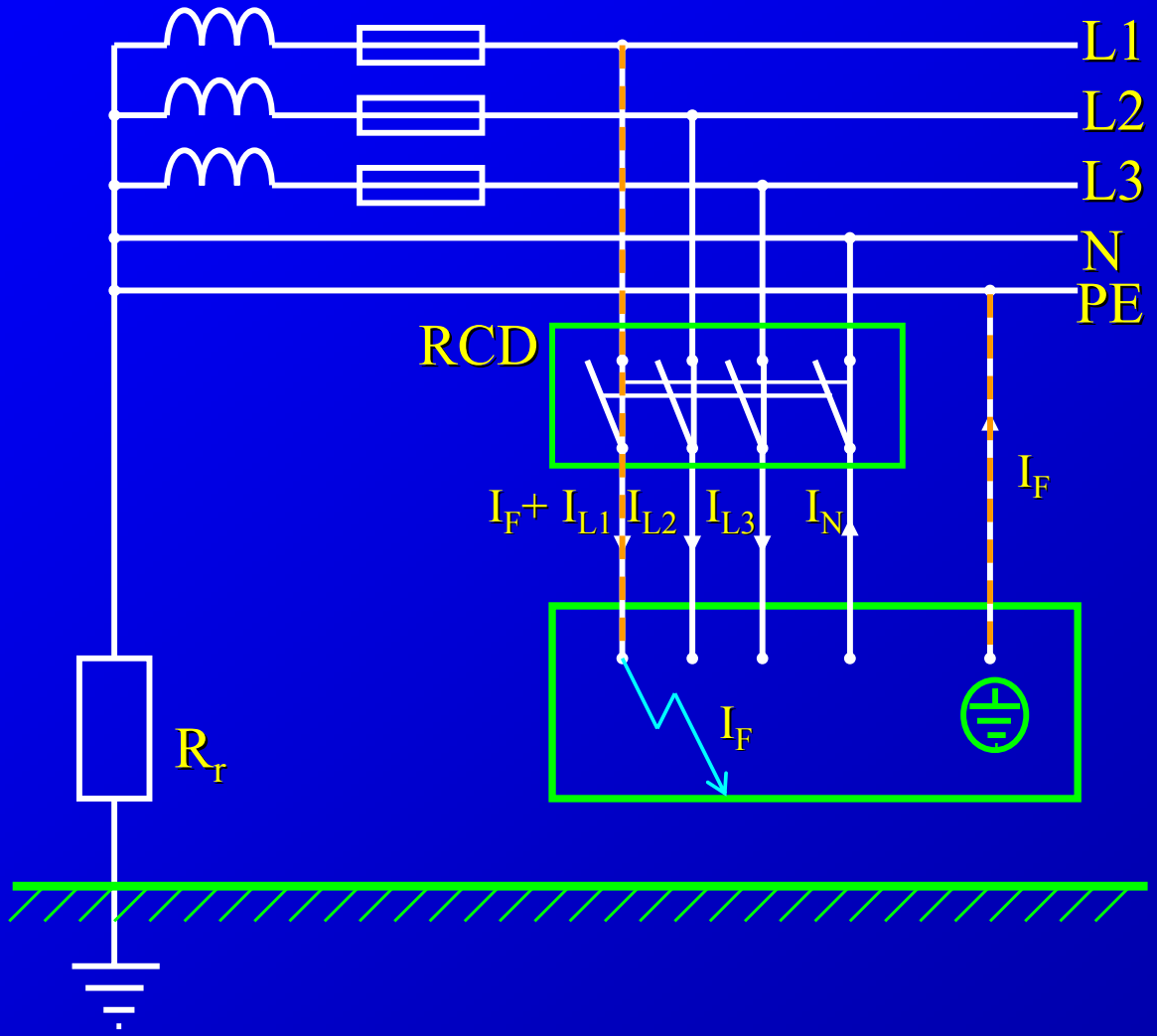


$$I_\Delta = k\Phi_\Delta = k(\Phi_L - \Phi_N) = K(I_L - I_N)$$

Wyłączniki różnicowoprądowe (RCD)

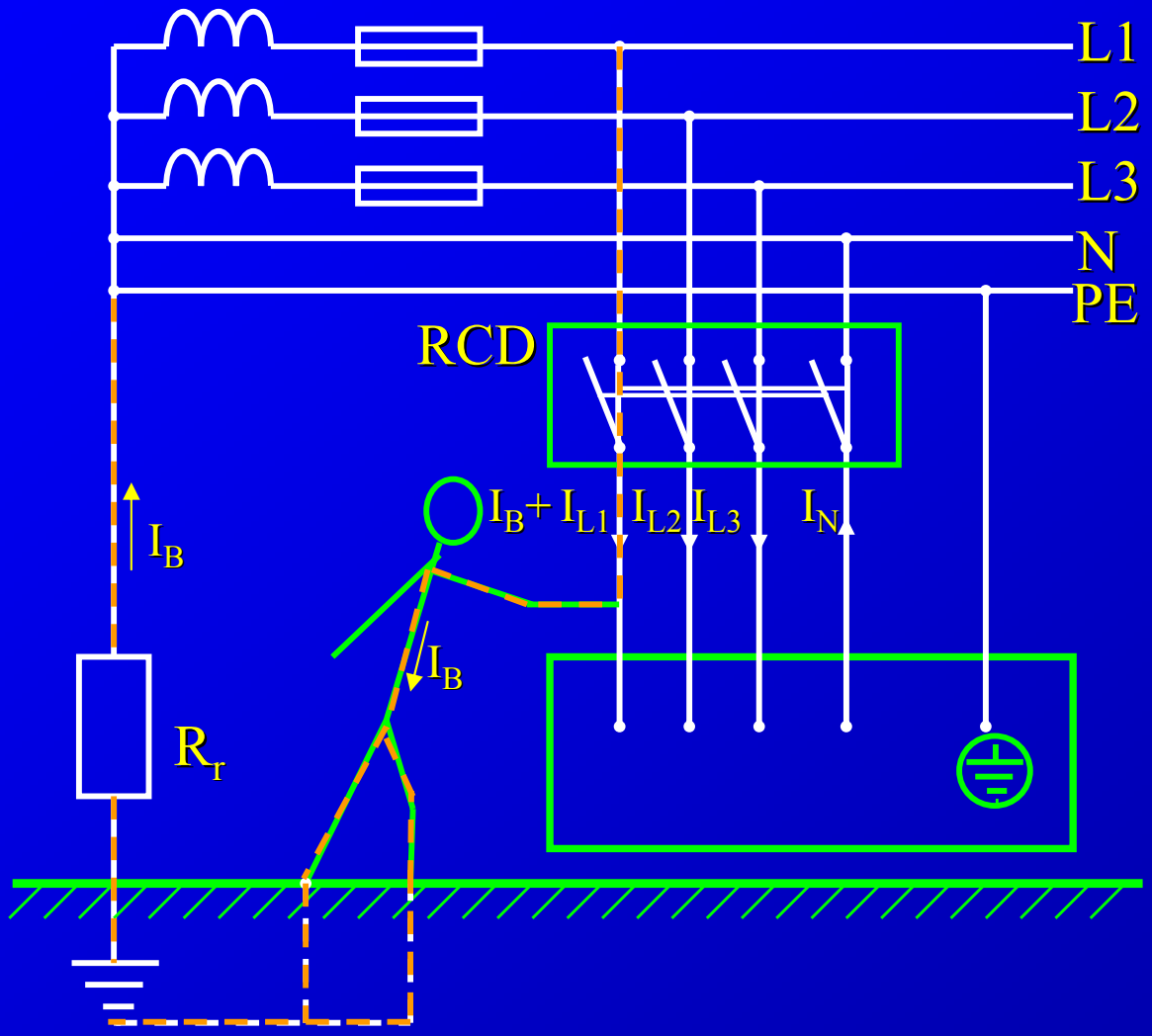
- Budowa:
  - wyłączniki o działaniu bezpośrednim wyzwalane prądem różnicowym
  - wyłączniki o działaniu pośrednim z wzmacniaczem elektromagnetycznym - nie działają w przypadku przerwy w przewodzie neutralnym
- Ochrona
  - w warunkach uszkodzenia - nie w sieci TN-C
  - uzupełniająca (prąd wyzwalania max. 30 mA)
  - przeciwpożarowa

Zasada działania wyłącznika różnicowoprądowego - ochrona przy uszkodzeniu



$$\Delta I = I_F > 0$$

Zasada działania wyłącznika różnicowoprądowego - ochrona uzupełniająca

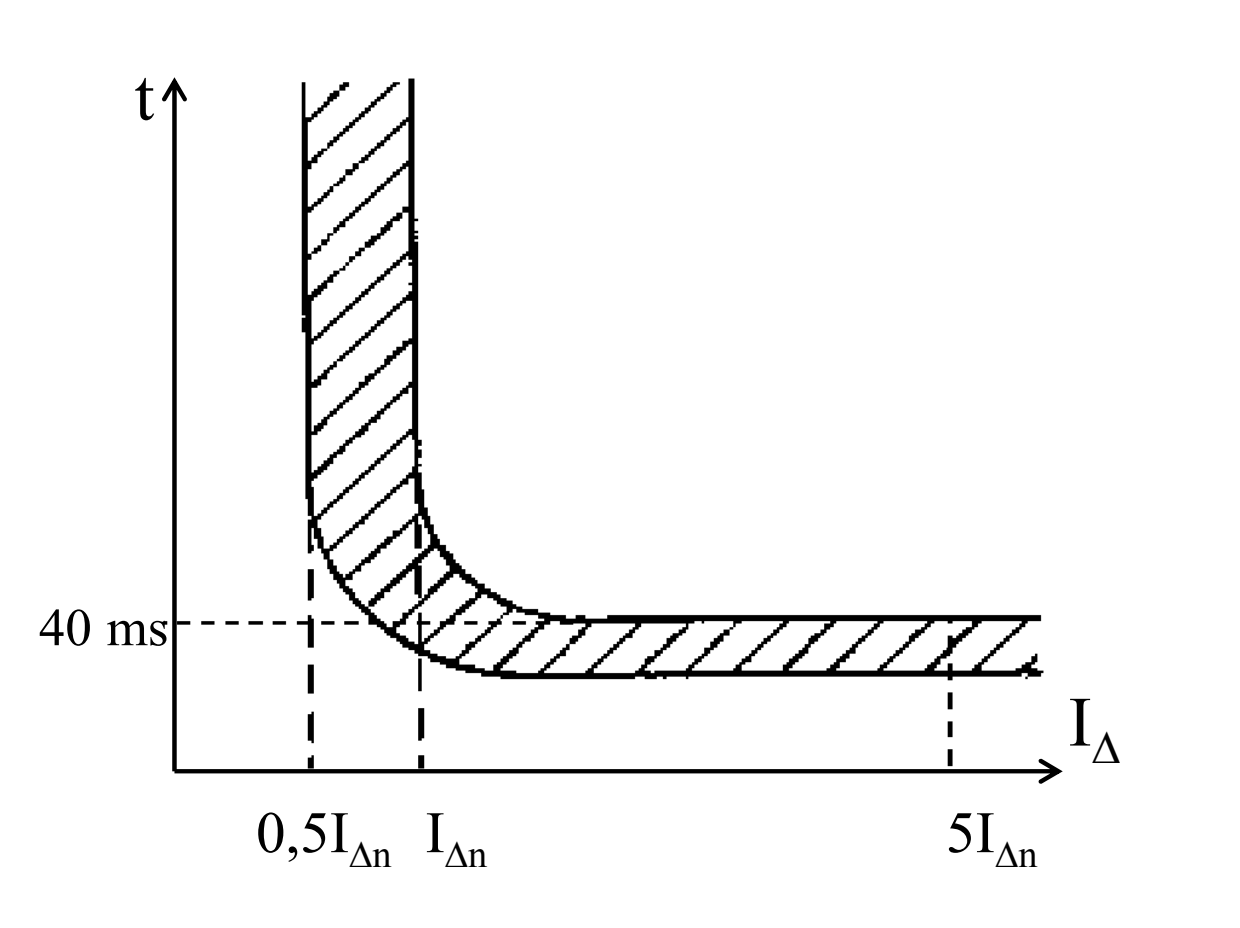


$$\Delta I = I_B > 0$$

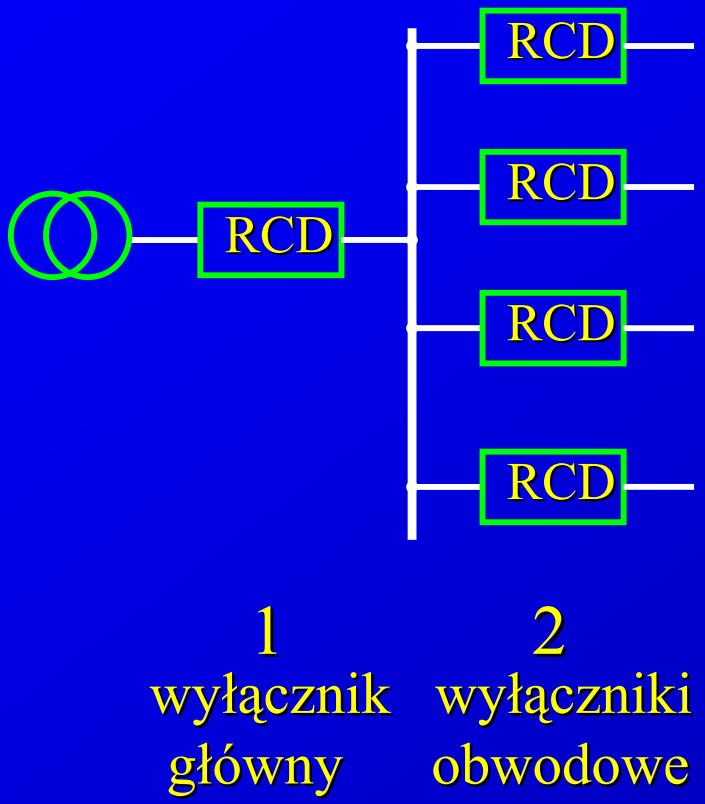
Parametry wyłączników różnicowoprądowych

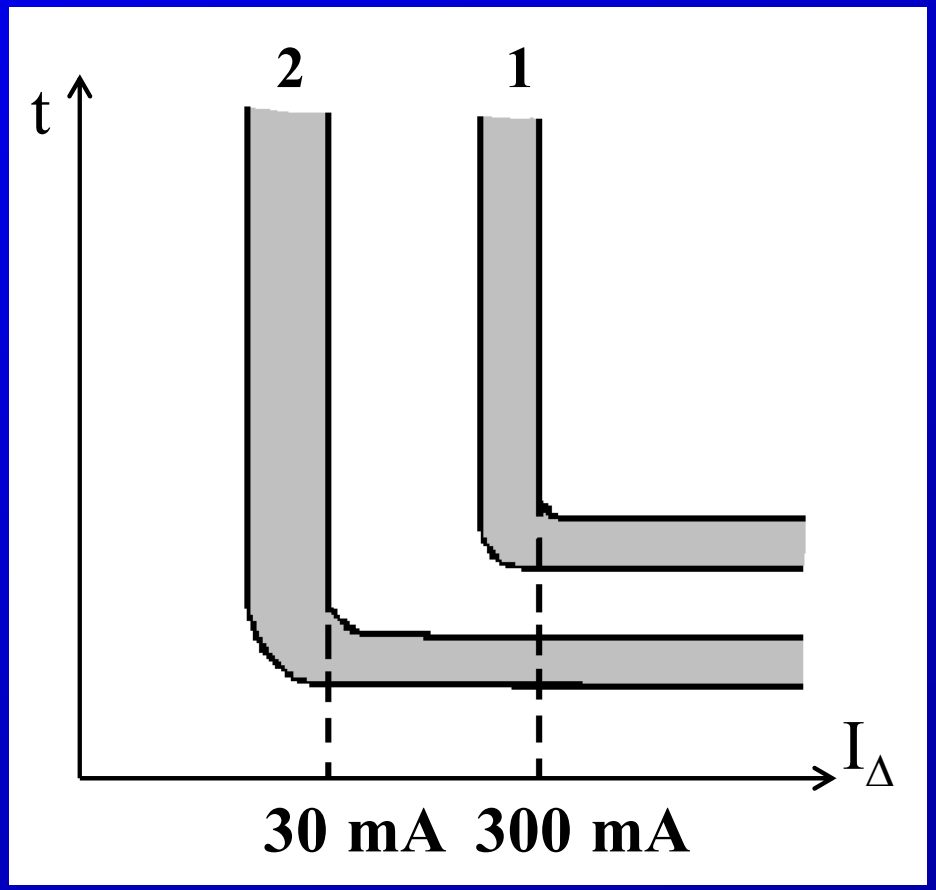
- Znamionowy prąd różnicowy
  - 10 mA: ochrona pojedynczych urządzeń
  - 30 mA: ochrona gospodarstw domowych
  - 100 mA, 300 mA: zbiorcze w budynkach, w przemyśle do ochrony urządzeń, w gospodarstwach domowych o ile 30 mA jest za mały
  - 300 mA: ochrona przeciwpożarowa w gosp. rolnych
- Prąd znamionowy
- Czas zadziałania - opóźnienie dla zabezpieczeń głównych
- Napięcie znamionowe (AC/DC), liczba biegunów

Charakterystyki wyłączników różnicowoprądowych

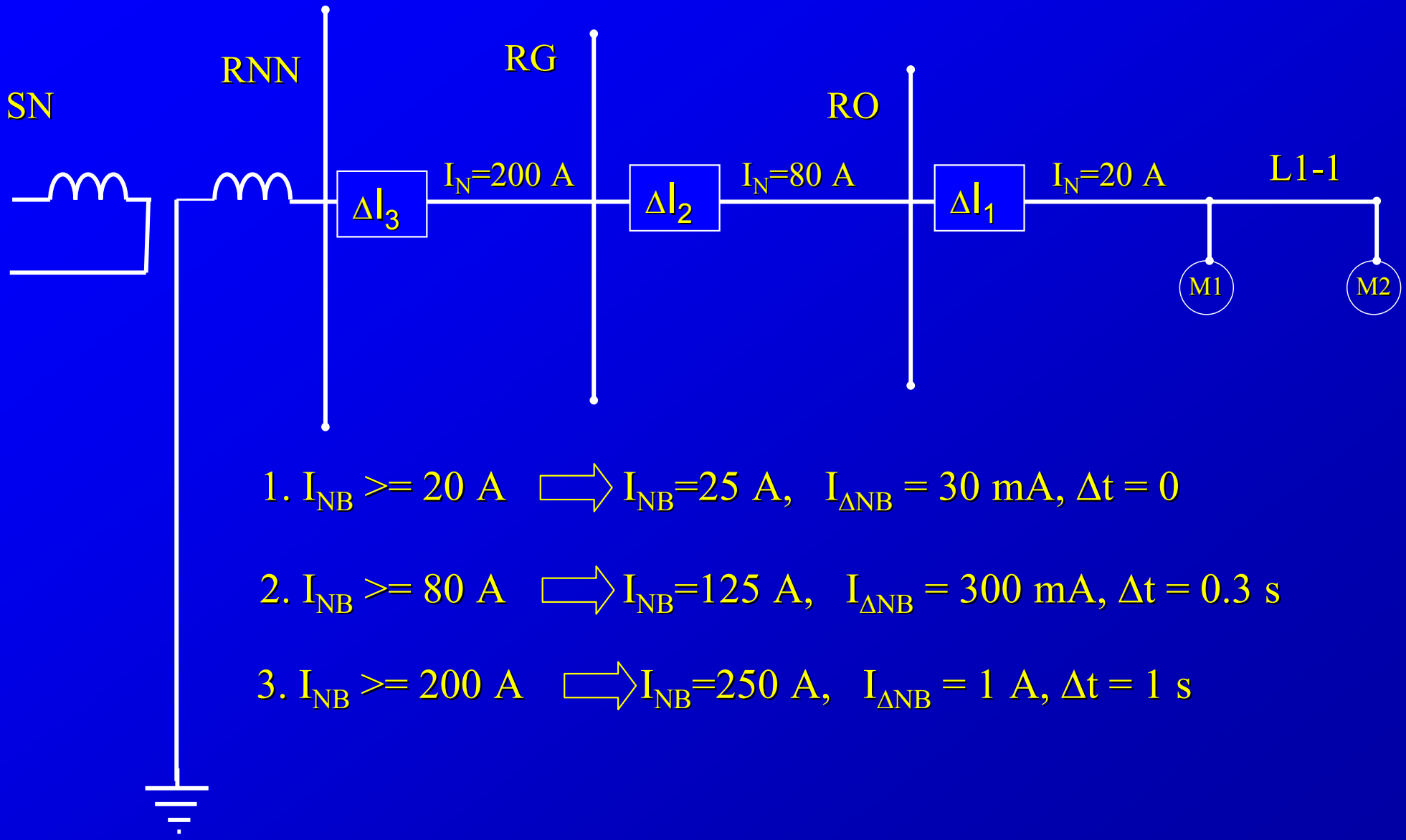


Selektywność wyłączników różnicowoprądowych





Dobór wyłączników różnicowoprądowych

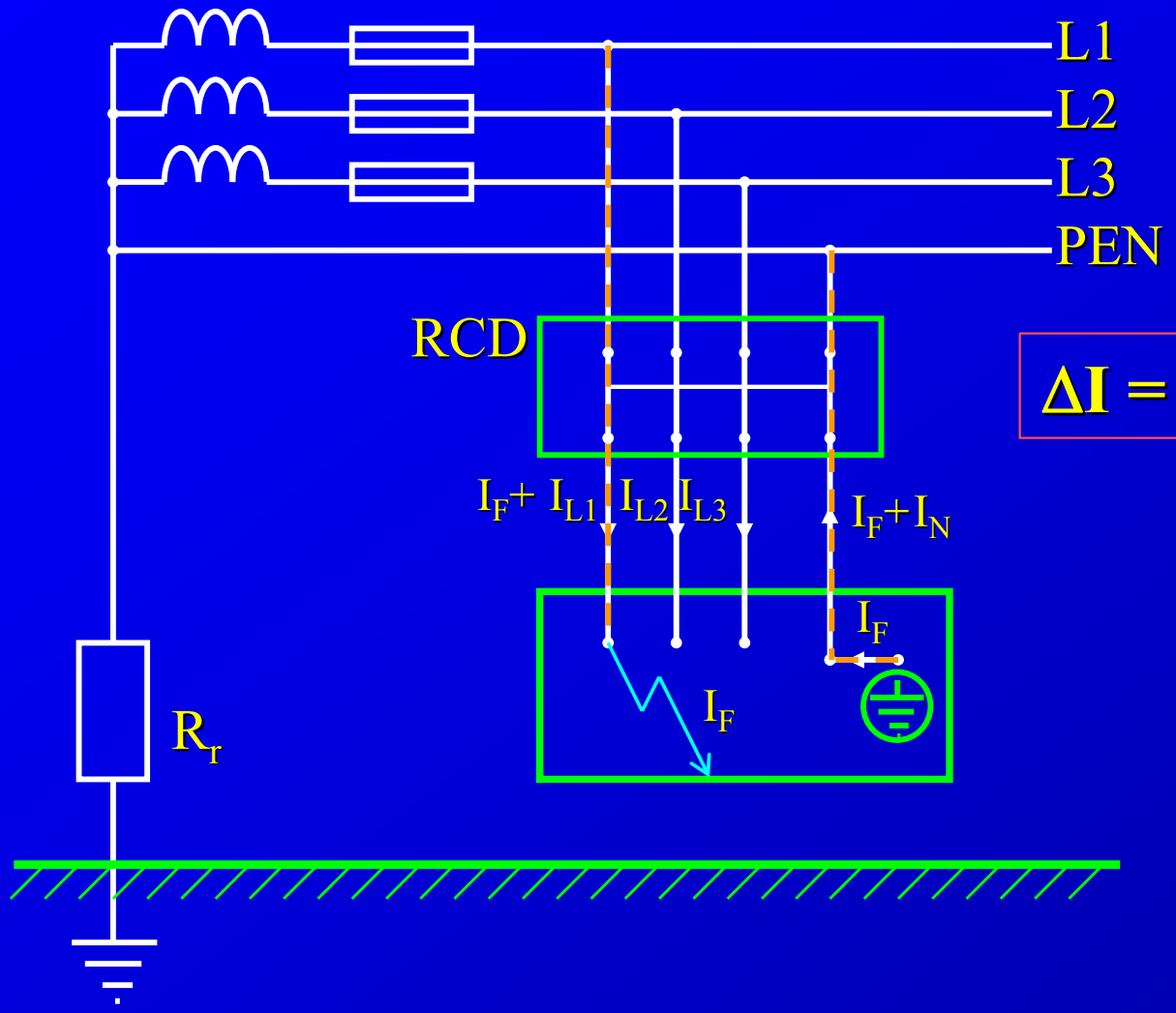


1. $I_{NB} >= 20$ A ⇨ I_{NB}=25 A, $I_{\Delta NB}$ = 30 mA, $\Delta t = 0$

2. $I_{NB} >= 80$ A ⇨ I_{NB}=125 A, $I_{\Delta NB}$ = 300 mA, $\Delta t = 0.3$ s

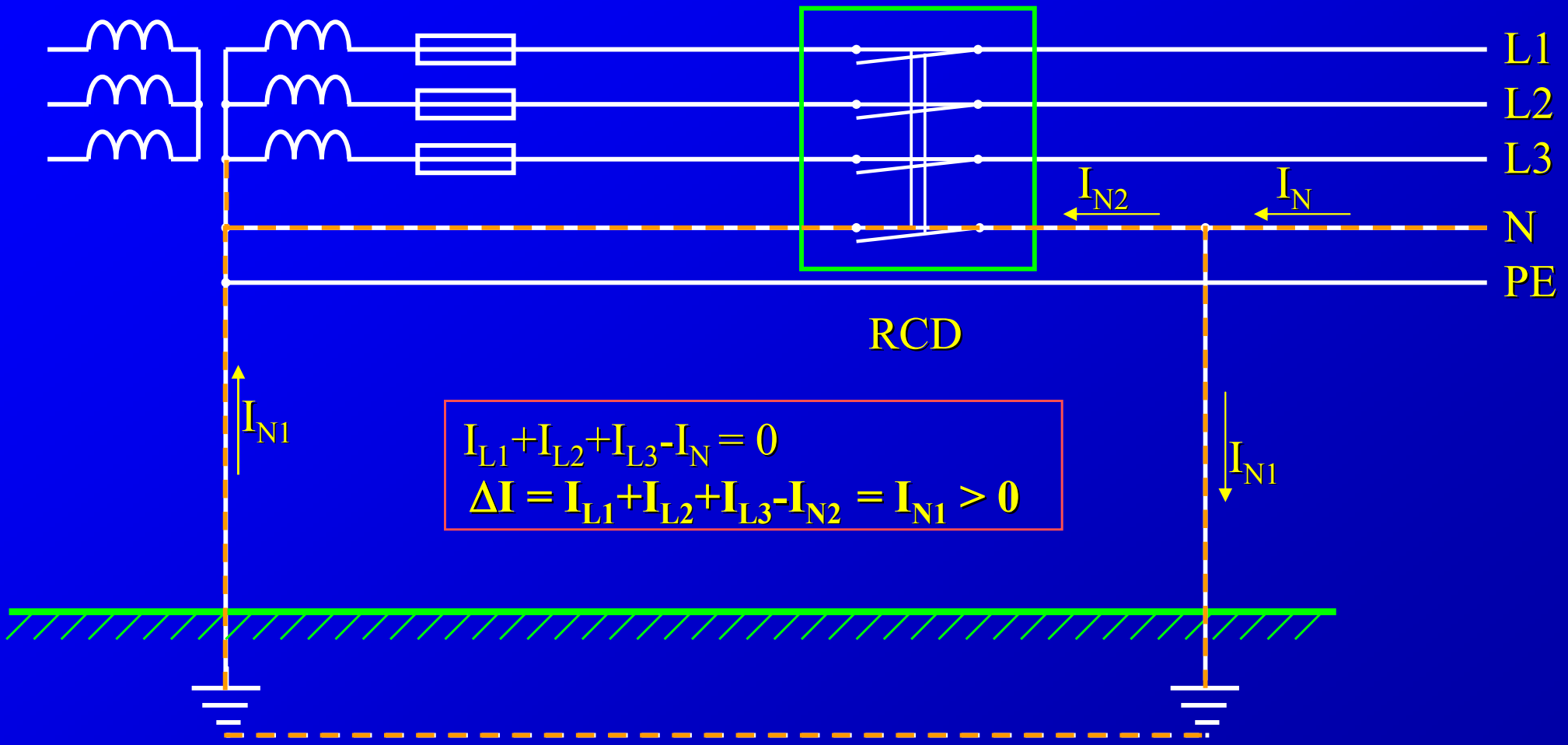
3. $I_{NB} >= 200$ A ⇨ I_{NB}=250 A, $I_{\Delta NB}$ = 1 A, $\Delta t = 1$ s

Ograniczenia w stosowaniu wyłączników różnicowoprądowych – ochrona dodatkowa w sieci TN-C



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

Ograniczenia w stosowaniu wyłączników różnicowo-prądowych - uziemienie N lub połączenie N z PE

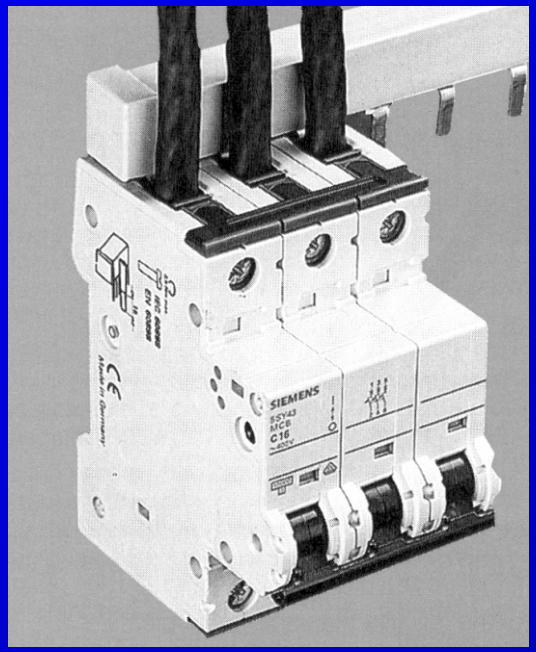


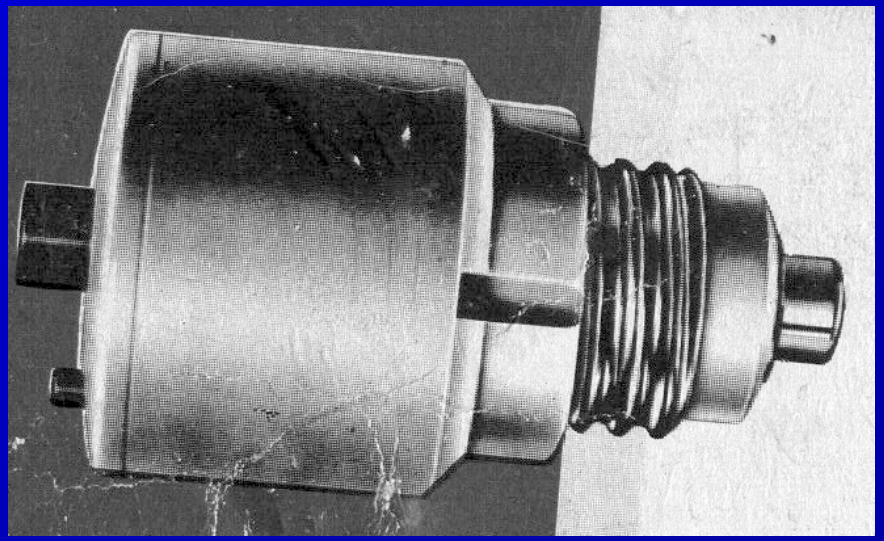
Łączniki

- **Wyłączniki** nadmiarowoprądowe służą do łączenia prądów znamionowych i przetężeniowych (przeciążeniowych i/lub zwarciowych)
- **Rozłączniki** służą do łączenia prądów znamionowych (ale nie przetężeniowych).
- **Odłączniki** służą do łączenia w stanie bezprądowym

Wyłączniki nadmiarowoprądowe

- Zabezpieczenie przeciwprzeciążeniowe
- Zabezpieczenie przeciwzwarciowe
- Zabezpieczenie przeciwporażeniowe

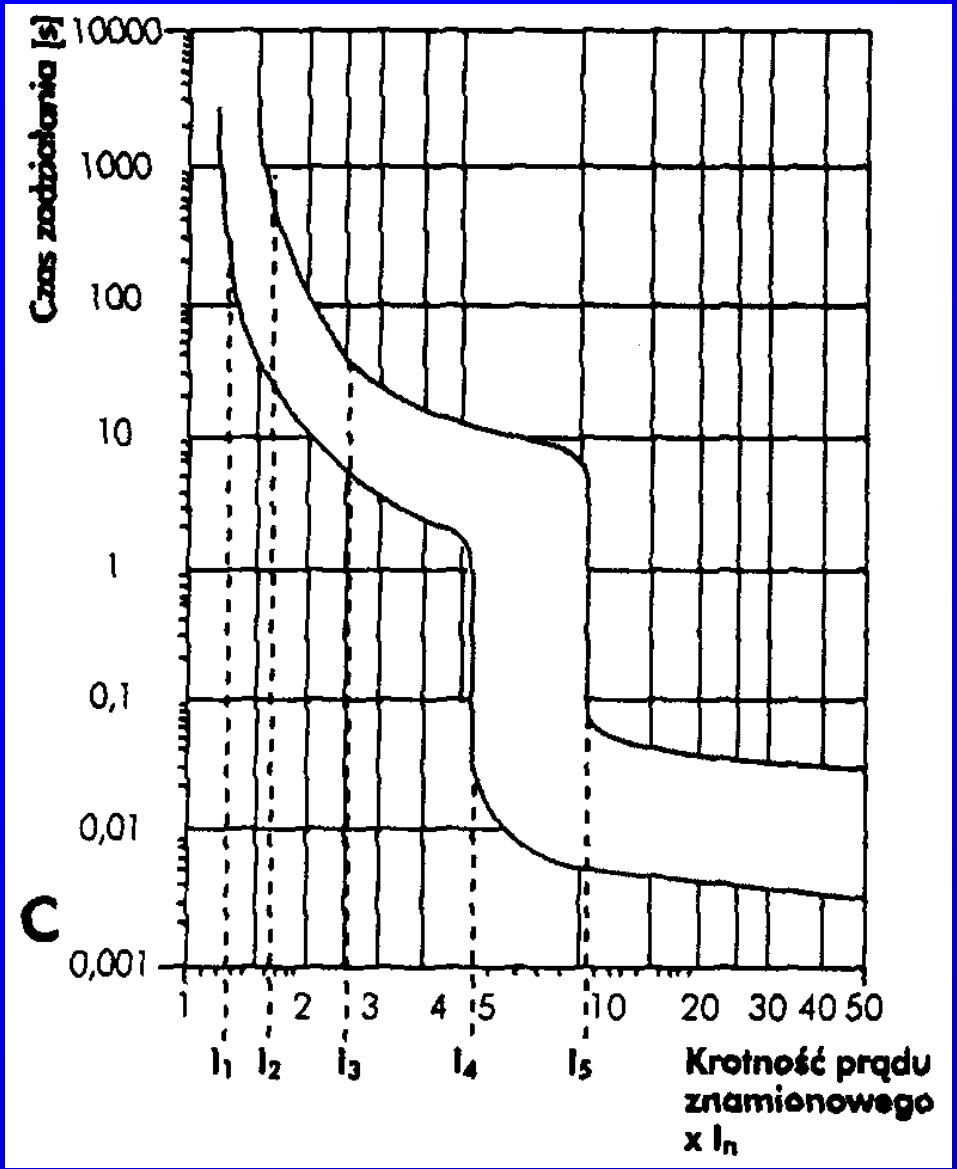


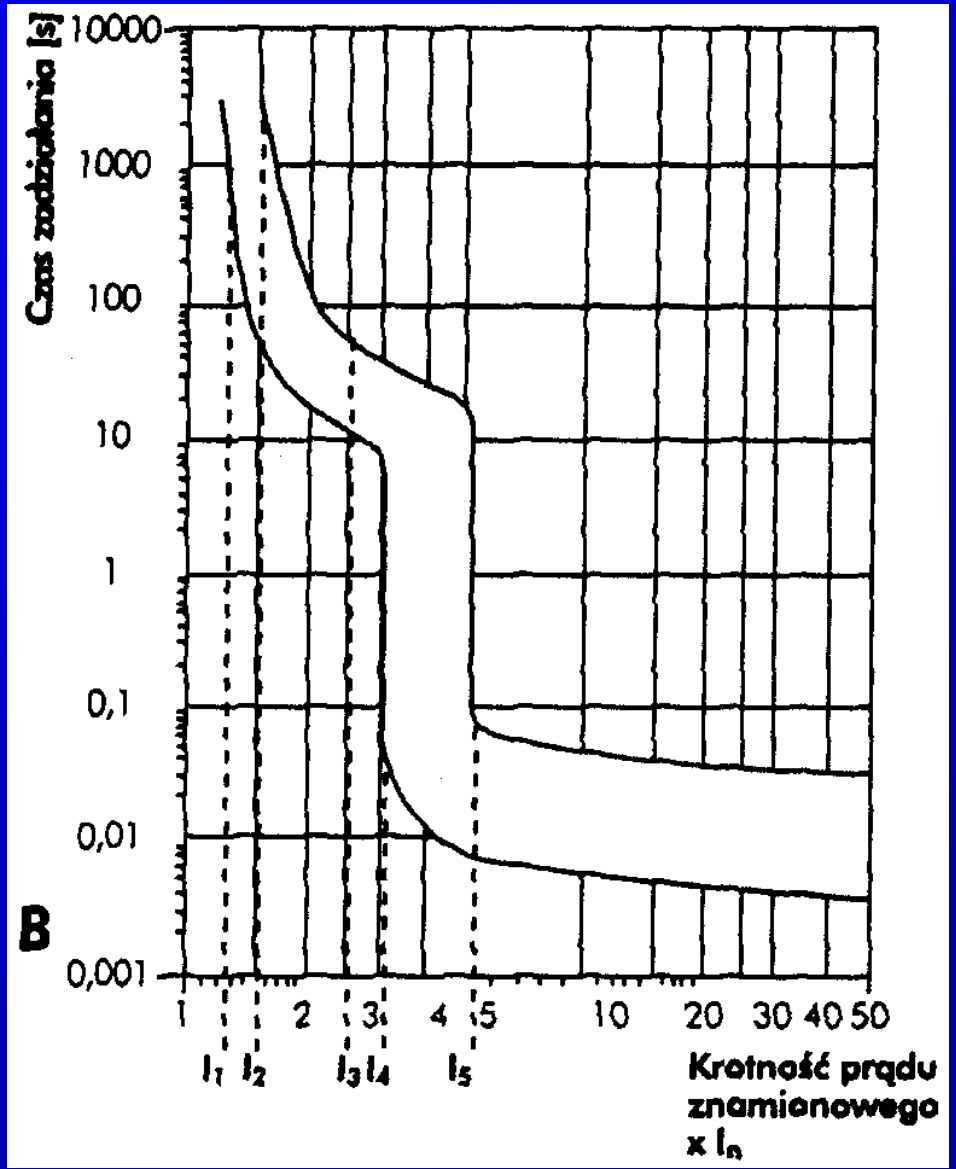


Wyłączniki nadprądowe - parametry

- **Liczba biegunów**
- **Napięcie znamionowe** – AC/DC, poziom
- I_n – **prąd znamionowy** –wartość prądu, który wyłącznik może przewodzić ciągle bez uszkodzenia
- I_2 – **prąd zadziałania** –najmniejsza wartość prądu, która powoduje zadziałanie wyłącznika w określonym czasie
- I_{cu} – **prąd zwarciowy wyłączalny graniczny** - największa wartość prądu zwarciowego, jaką urządzenie wyłączy, może dalej nie być zdolne do dalszego działania
- I_{cs} – **prąd zwarciowy wyłączalny eksploatacyjny** - urządzenie kilkakrotnie może wyłączać taki prąd

Charakterystyki czasowoprądowe





Zabezpieczenie przeciwporażeniowe

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

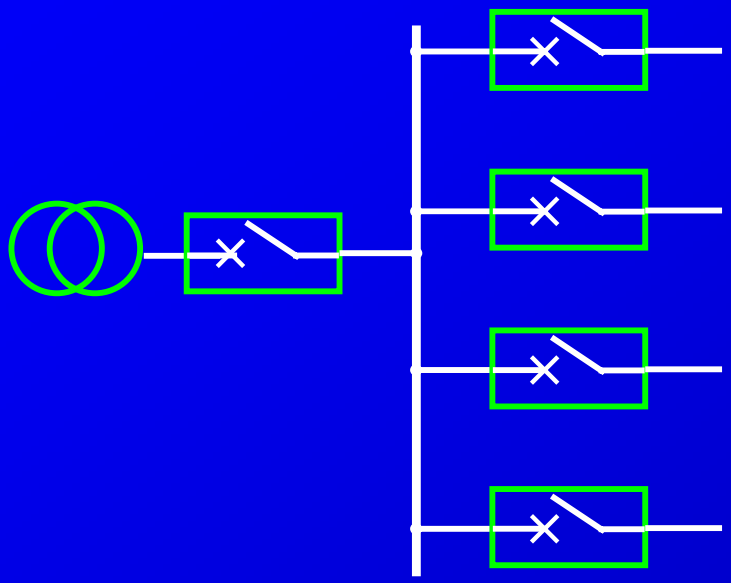
Zabezpieczenie przed prądem przeciążeniowym

- $I_B <= I_n <= I_Z$
- $I_2 <= 1{,}45\ I_Z$
  - I_B - prąd znamionowy w obwodzie elektrycznym zabezpieczanym
  - I_n - prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego
  - I_Z - długotrwały dopuszczalny prąd przewodu
  - I_2 - prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

Zabezpieczenie przed prądem zwarciowym

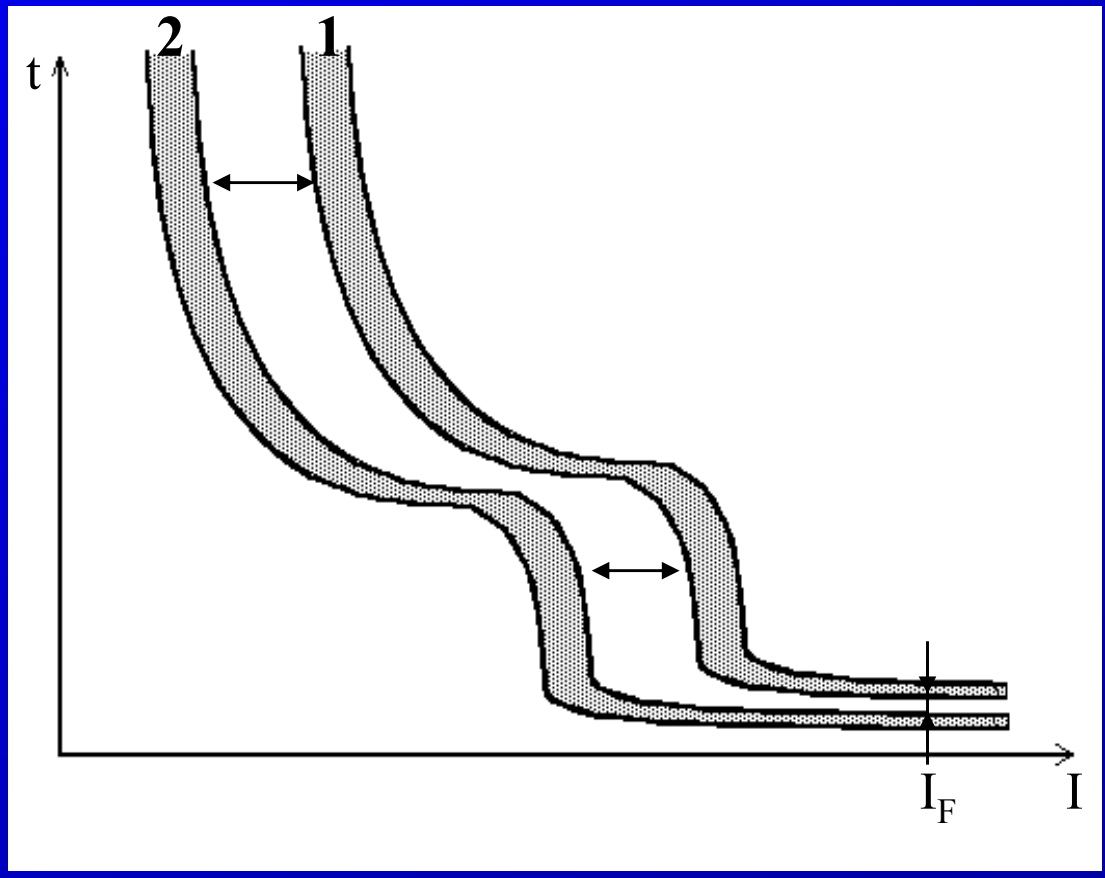
- $I_{cn} >= I_k$
- $t_k <= t_{max} = (k\ S/I_k)^2$
  - I_{cn} – znamionowy prąd zwarciowy wyłączalny
  - I_k - maksymalna wartość skuteczna prądu zwarciowego, jaki może wystąpić w obwodzie chronionym
  - t_k - czas zadziałania zabezpieczenia przy prądzie I_k
  - **k** - stała zależna od materiału, z 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



Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

§ 183. 1. W instalacjach elektrycznych należy stosować:

- Złącza instalacji elektrycznej budynku, umożliwiające odłączenie od sieci zasilającej i usytuowane w miejscu dostępnym dla dozoru i obsługi oraz zabezpieczone przed uszkodzeniami, wpływami atmosferycznymi, a także ingerencją osób niepowołanych,
- Oddzielny przewód ochronny i neutralny, w obwodach rozdzielczych i odbiorczych,
- Urządzenia ochronne różnicowoprądowe uzupełniające podstawową ochronę przeciwporażeniową i ochronę przed powstaniem pożaru, powodujące w warunkach uszkodzenia samoczynne wyłączenie zasilania,
- Wyłączniki nadprądowe w obwodach odbiorczych,
- Zasadę selektywności (wybiórczości) zabezpieczeń,
- Przeciwpożarowe wyłączniki prądu,
- Połączenia wyrównawcze główne i miejscowe, łączące przewody ochronne z częściami przewodzącymi innych instalacji i konstrukcji budynku
- Urządzenia ochrony przeciwprzepięciowej

Wypadek przy pracy

- Za wypadek przy pracy uważa się nagłe zdarzenie wywołane przyczyną zewnętrzną powodujące uraz lub śmierć (wszystkie wymienione warunki muszą być spełnione jednocześnie), które nastąpiło w związku z pracą:
  - podczas lub w związku z wykonywaniem przez pracownika zwykłych czynności bądź poleceń przełożonych (podejmowanych nie tylko w miejscu wykonywania pracy, ale także poza takim miejscem),
  - podczas lub w związku z wykonywaniem przez pracownika czynności na rzecz pracodawcy, nawet bez polecenia,
  - w czasie pozostawania pracownika w dyspozycji pracodawcy w drodze między siedzibą pracodawcy a miejscem wykonywania obowiązku wynikającego ze stosunku pracy.

Wypadek zrównany z wypadkiem przy pracy

- Na równi z wypadkiem przy pracy, w zakresie uprawnienia do świadczeń traktuje się wypadek, któremu pracownik uległ:
  - w czasie podróży służbowej w okolicznościach innych niż określone dla wypadku przy pracy, chyba że wypadek spowodowany został postępowaniem pracownika, które nie pozostaje w związku z wykonywaniem powierzonych mu zadań,
  - podczas szkolenia w zakresie powszechnej samoobrony,
  - przy wykonywaniu zadań zleconych przez działające u pracodawcy organizacje związkowe.

Wypadek w okresie ubezpieczenia wypadkowego

- Do wypadków przy pracy zalicza się także urazy doznane w okresie ubezpieczenia społecznego podczas wykonywania określonych świadczeń na innej podstawie niż stosunek pracy
  - uprawianie sportu przez osoby pobierające stypendium sportowe
  - odbywania szkolenia, stażu lub przygotowania zawodowego w miejscu pracy przez osobę pobierającą stypendium w okresie odbywania tego szkolenia
  - wykonywania pracy i współpracy przy wykonywaniu pracy na podstawie umowy agencyjnej, umowy zlecenia lub umowy o świadczenie usług, do której zgodnie z Kodeksem cywilnym stosuje się przepisy dotyczące zlecenia
  - ….

Rodzaje wypadków przy pracy

- Wypadek śmiertelny – to taki wypadek, w wyniku którego nastąpiła śmierć ubezpieczonego w okresie nie przekraczającym 6 miesięcy od dnia wypadku.
- Wypadek ciężki – za taki wypadek przy pracy uznaje się zdarzenie, w wyniku którego nastąpiło ciężkie uszkodzenie ciała, inne uszkodzenie ciała albo rozstrój zdrowia, naruszające podstawowe funkcje organizmu, choroba nieuleczalna lub zagrażająca życiu, trwała choroba psychiczna, całkowita lub częściowa niezdolność do pracy w zawodzie, trwałe, istotne zeszpecenie lub zniekształcenie ciała.
- Wypadek zbiorowy – ma miejsce wtedy, gdy w wyniku tego samego zdarzenia wypadkowi uległy co najmniej dwie osoby.

Zgłoszenie wypadku

- Każdy pracownik, który zauważył wypadek przy pracy lub dowiedział się o nim ma obowiązek natychmiast udzielić pomocy poszkodowanemu oraz niezwłocznie zawiadomić telefonicznie Inspektora ds. BHP wykonującego zadania służby BHP w firmie.
- Pracownik, który uległ wypadkowi, jeżeli stan jego zdrowia na to pozwala, jest zobowiązany zawiadomić o wypadku swego bezpośredniego przełożonego tego samego dnia. Jeżeli skutki wypadku ujawniły się w okresie późniejszym, pracownik jest zobowiązany zawiadomić swego bezpośredniego przełożonego niezwłocznie po ich ujawnieniu.
- Pracownik, o ile to możliwe ze względu na stan zdrowia, składa w formie pisemnej zawiadomienie o wypadku i przekazuje je bezpośredniemu przełożonemu. Bezpośredni przełożony pracownika tego samego dnia lub najpóźniej następnego przekazuje zawiadomienie o wypadku w formie pisemnej Inspektorowi ds. BHP, wykonującemu zadania służby BHP w firmie.
- Jeżeli stan zdrowia nie pozwala poszkodowanemu na zawiadomienie o zaistniałym wypadku, obowiązek taki spoczywa na jego bezpośrednim przełożonym. Bezpośredni przełożony pracownika tego samego dnia lub najpóźniej następnego, składa w formie pisemnej zawiadomienie o wypadku i przekazuje Inspektorowi ds. BHP, wykonującemu zadania służby BHP w firmie.
- Zabezpieczenie miejsca wypadku - do czasu ustalenia przyczyn i okoliczności wypadku nie wolno uruchamiać maszyn i urządzeń, które w związku z wypadkiem zostały unieruchomione, nie wolno zmieniać ich położenia, jak również położenia innych przedmiotów, a także nie wolno dopuszczać do miejsca wypadku osób niepowołanych.
- Pracownik, który uległ wypadkowi, jeżeli stan jego zdrowia na to pozwala, jest zobowiązany zgłosić się do najbliższej placówki medycznej w celu uzyskania konsultacji lekarskiej o powstałym urazie. Oryginał dokumentacji medycznej z wizyty lekarskiej pracownik przekazuje do Inspektora ds. BHP, wykonującemu zadania służby BHP w firmie, w celu dołączenia jej do dokumentacji powypadkowej.

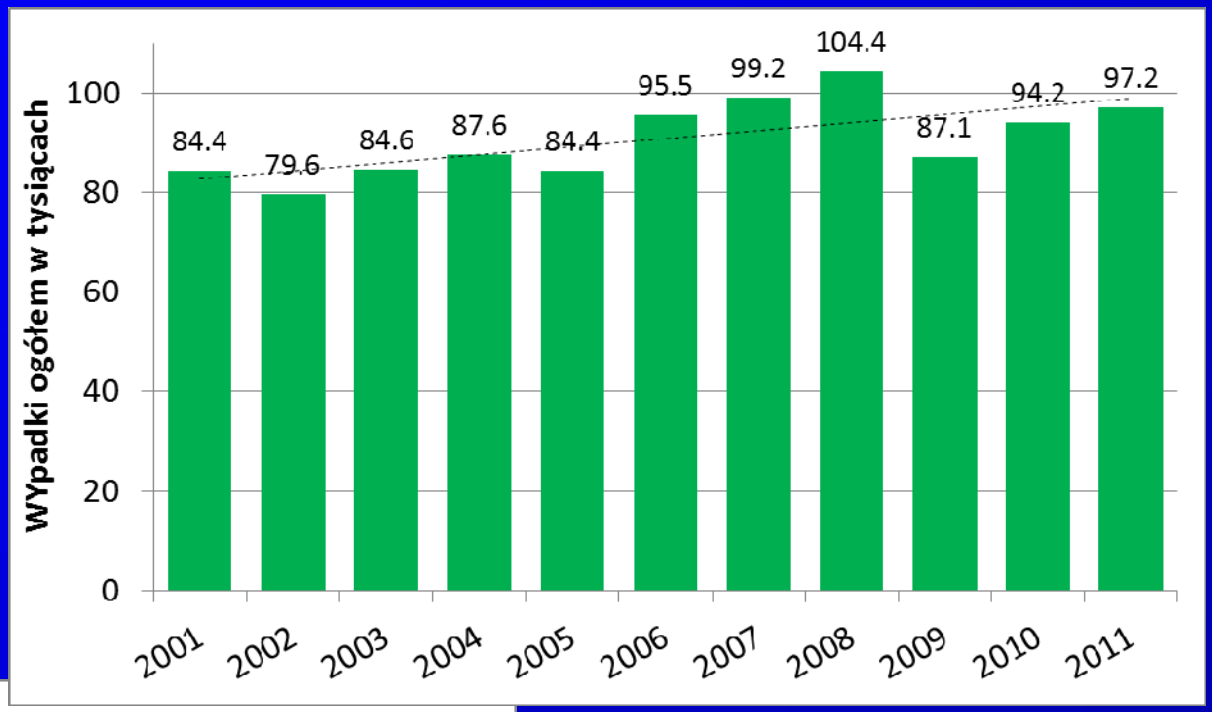
Postępowanie powypadkowe

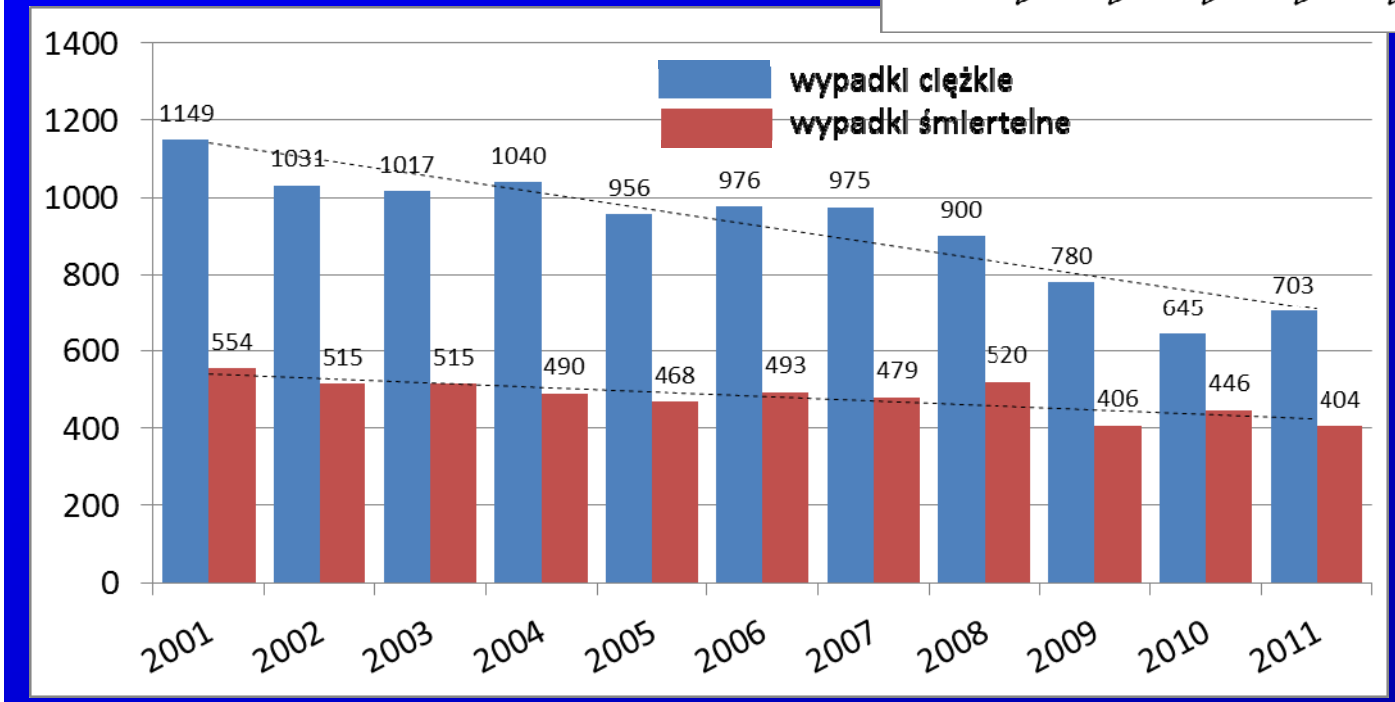
- Postępowanie powypadkowe :
  - dokonanie kwalifikacji prawnej zdarzenia – ustalenie, czy zdarzenie ma cechy wypadku związanego z pracą: „wypadku przy pracy”, „wypadku traktowanego na równi z wypadkiem przy pracy”, „wypadku w okresie ubezpieczenia wypadkowego – innego wypadku przy pracy” itp.;
  - ustalenie, czy istnieją okoliczności wyłączające uprawnienia poszkodowanego do świadczeń odszkodowawczych;
  - określenie środków i wniosków prewencyjnych, tj. przedsięwzięć mających na celu niedopuszczenie do podobnych zdarzeń wypadkowych w przyszłości.
- Dochodzenie przeprowadza pracodawca lub innym podmiot określony w przepisach prawnych.

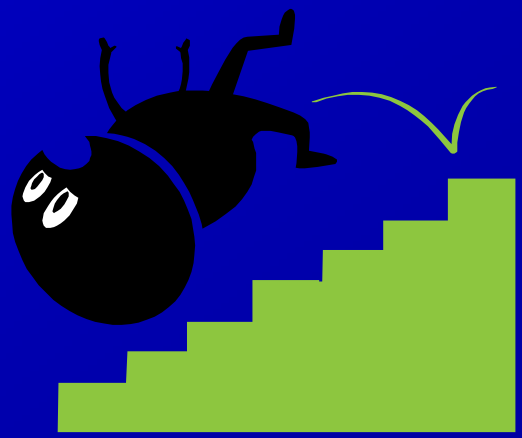
Protokół powypadkowy

- Po ustaleniu okoliczności i przyczyn wypadku, zespół powypadkowy sporządza w ciągu 14 dni od daty pisemnego zgłoszenia wypadku "Protokół ustalenia okoliczności i przyczyn wypadku" w trzech oryginałach: dla osoby poszkodowanej, dla firmy oraz dla ZUS.
- Zespół powypadkowy jest zobowiązany zapoznać poszkodowanego z treścią protokołu powypadkowego przed jego zatwierdzeniem przez pracodawcę oraz poinformować go o możliwości ubiegania się o jednorazowe odszkodowanie do ZUS-u z tytułu zaistniałego wypadku.
- Poszkodowany ma prawo zgłoszenia uwag i zastrzeżeń do ustaleń zawartych w protokole powypadkowym, o czym zespół powypadkowy jest obowiązany pouczyć poszkodowanego.
- Poszkodowany ma prawo wglądu do akt sprawy

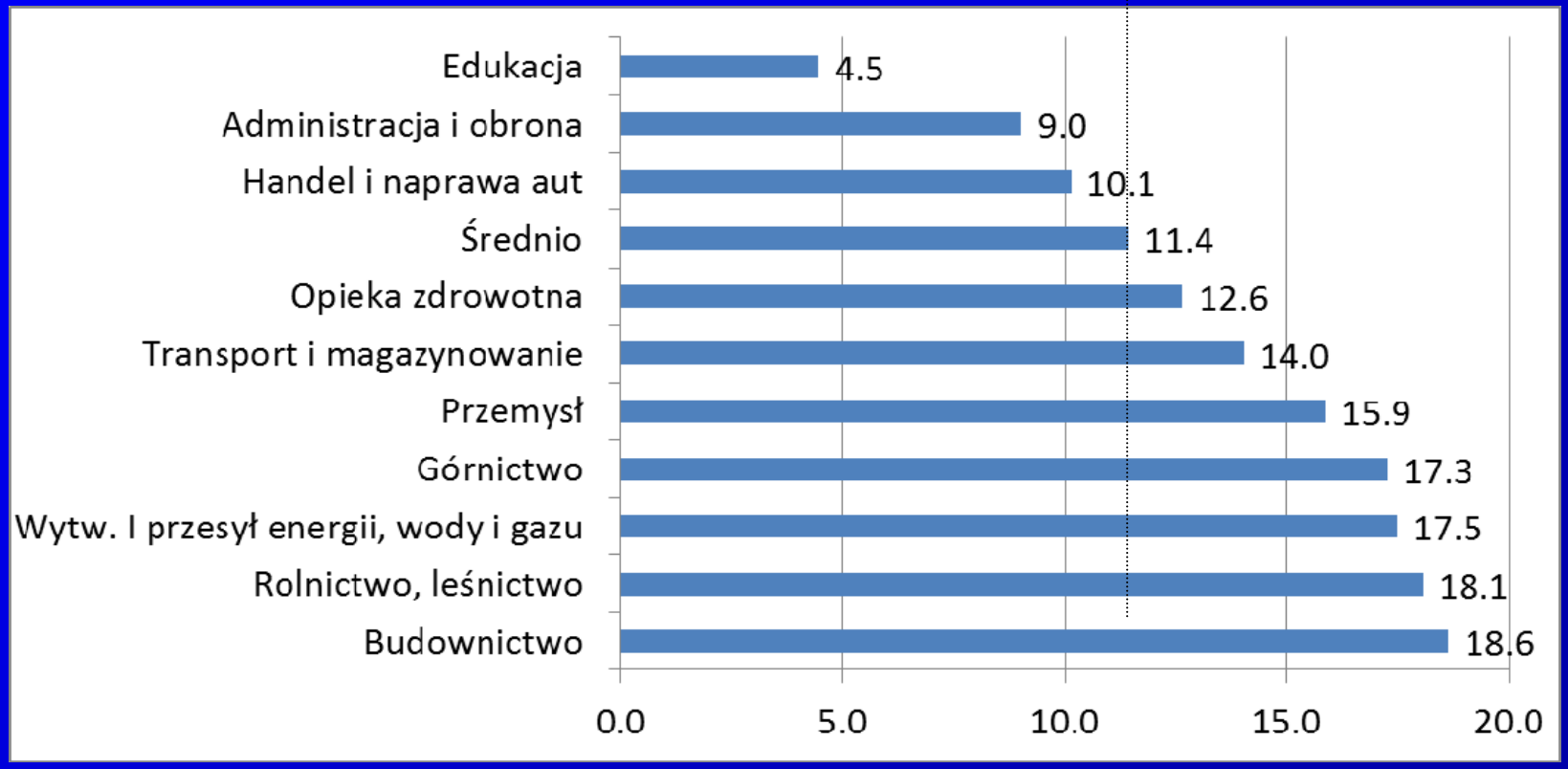
Wypadki przy pracy w Polsce





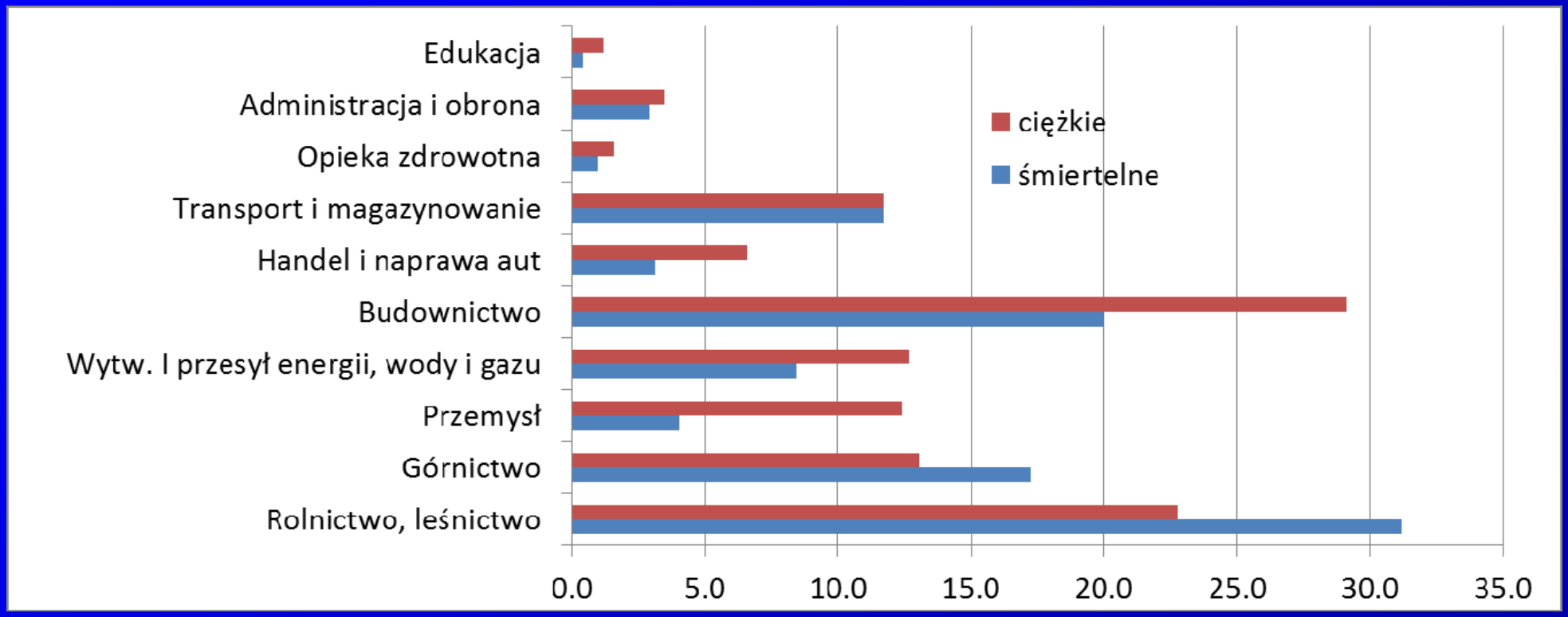


Wypadki (2)



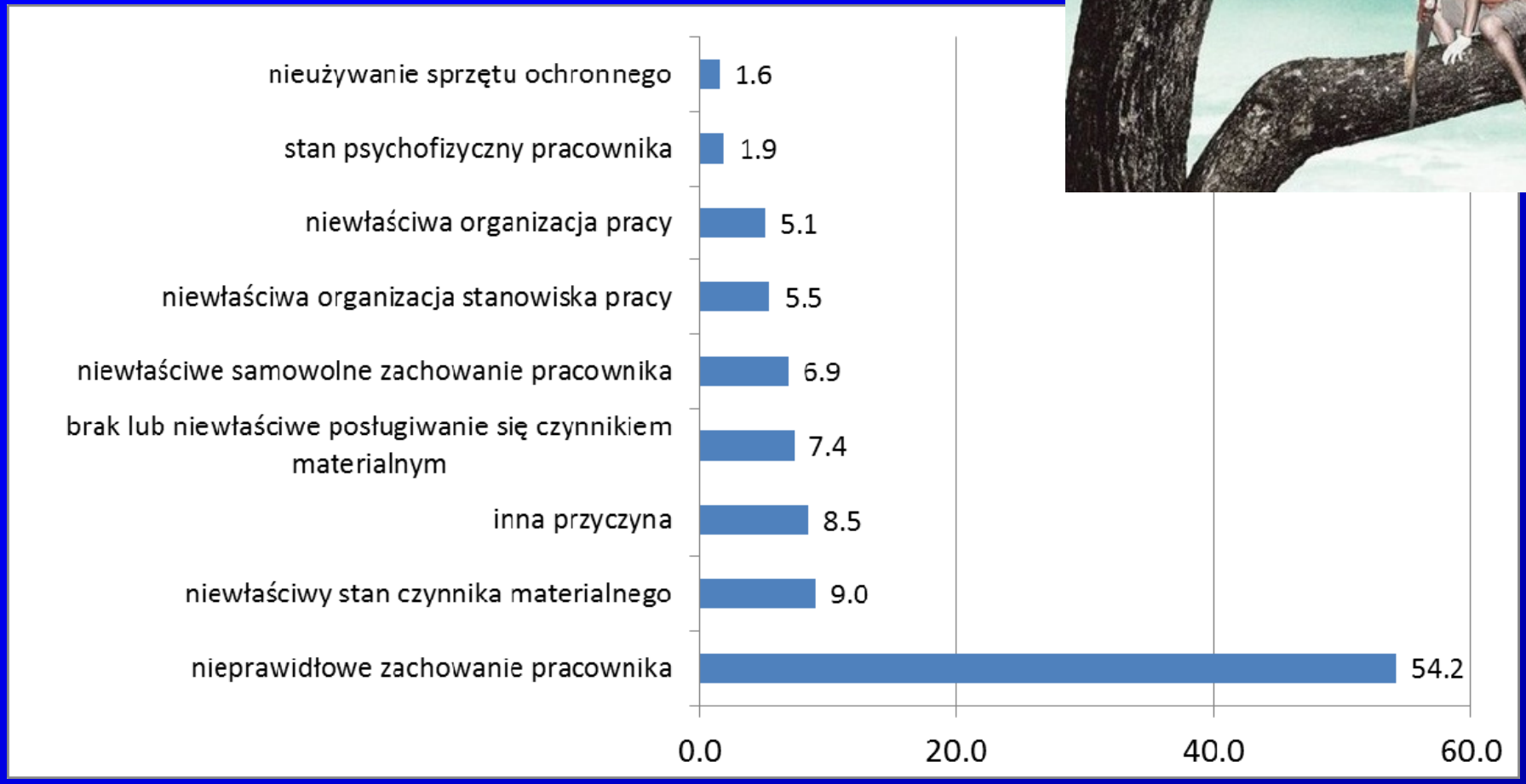
Wypadki w 2011 roku na 1 tys. zatrudnionych

Wypadki (3)



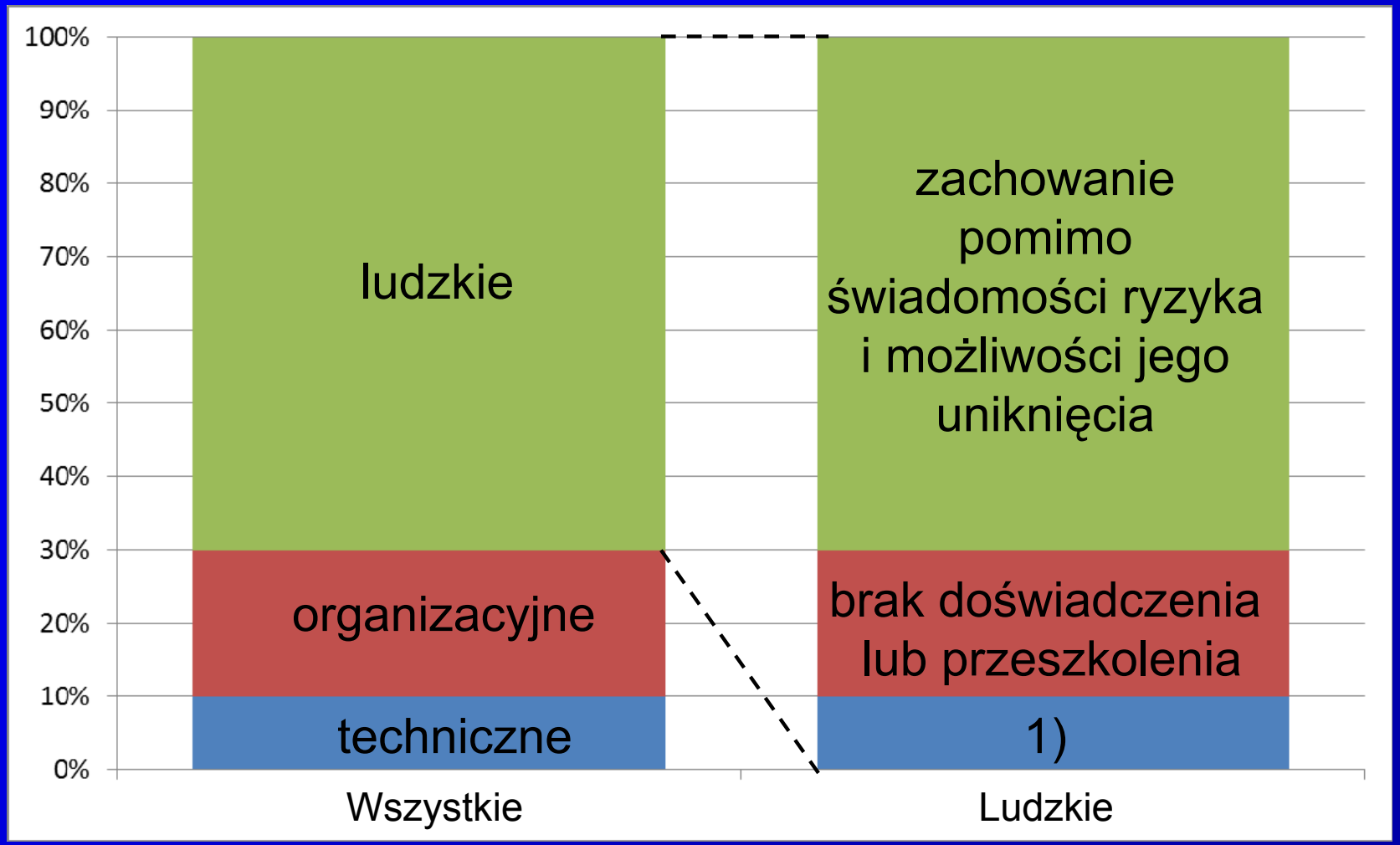
Wypadki śmiertelne i ciężkie w 2011 roku na 100 tys. zatrudnionych

Przyczyny wypadków



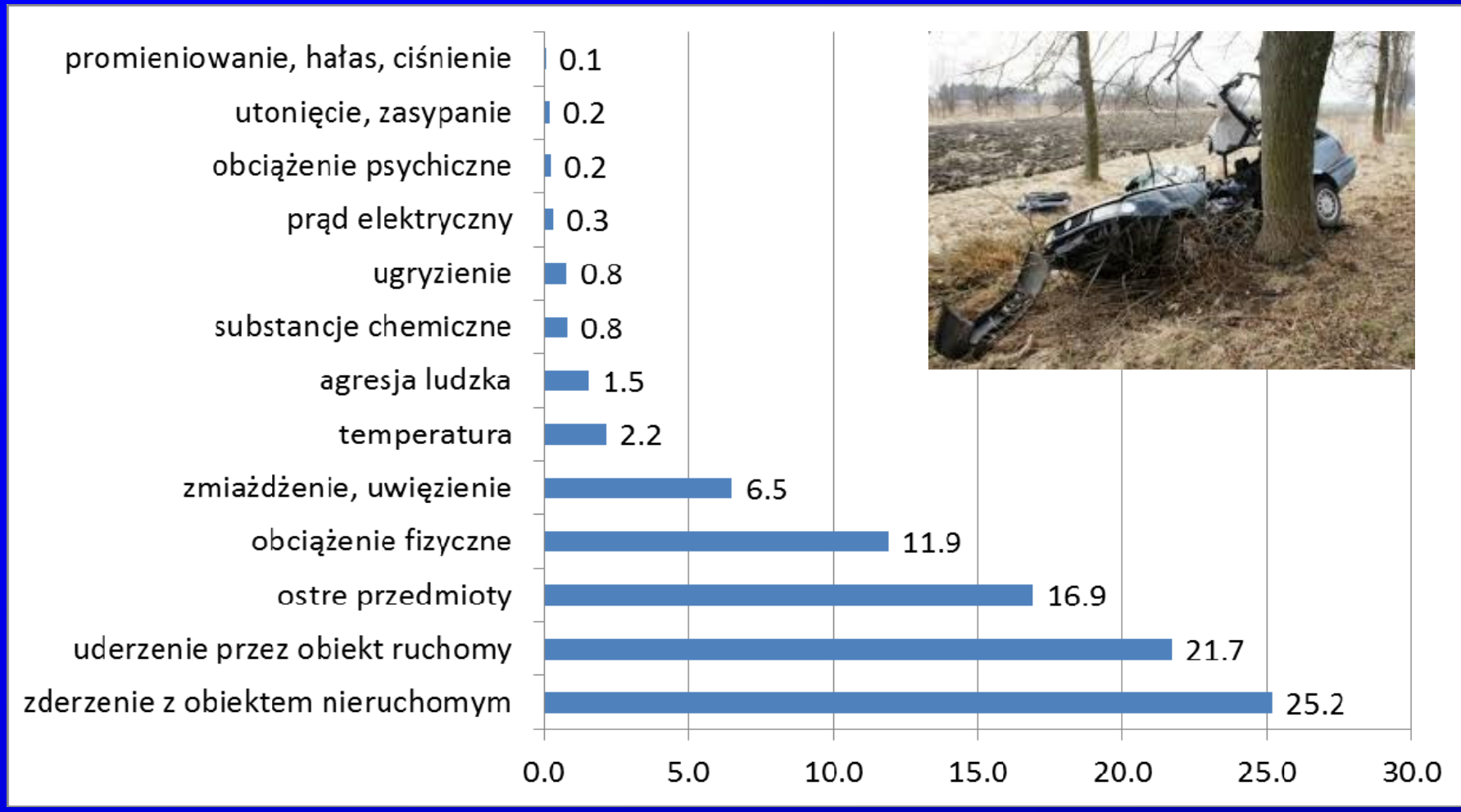
Przyczyny wypadków w [%] ogólnej ilości przyczyn wypadków w 2011 roku w Polsce: 97222 wypadki i 188767 przyczyn (1.94 na wypadek)

Przyczyny wypadków (2)



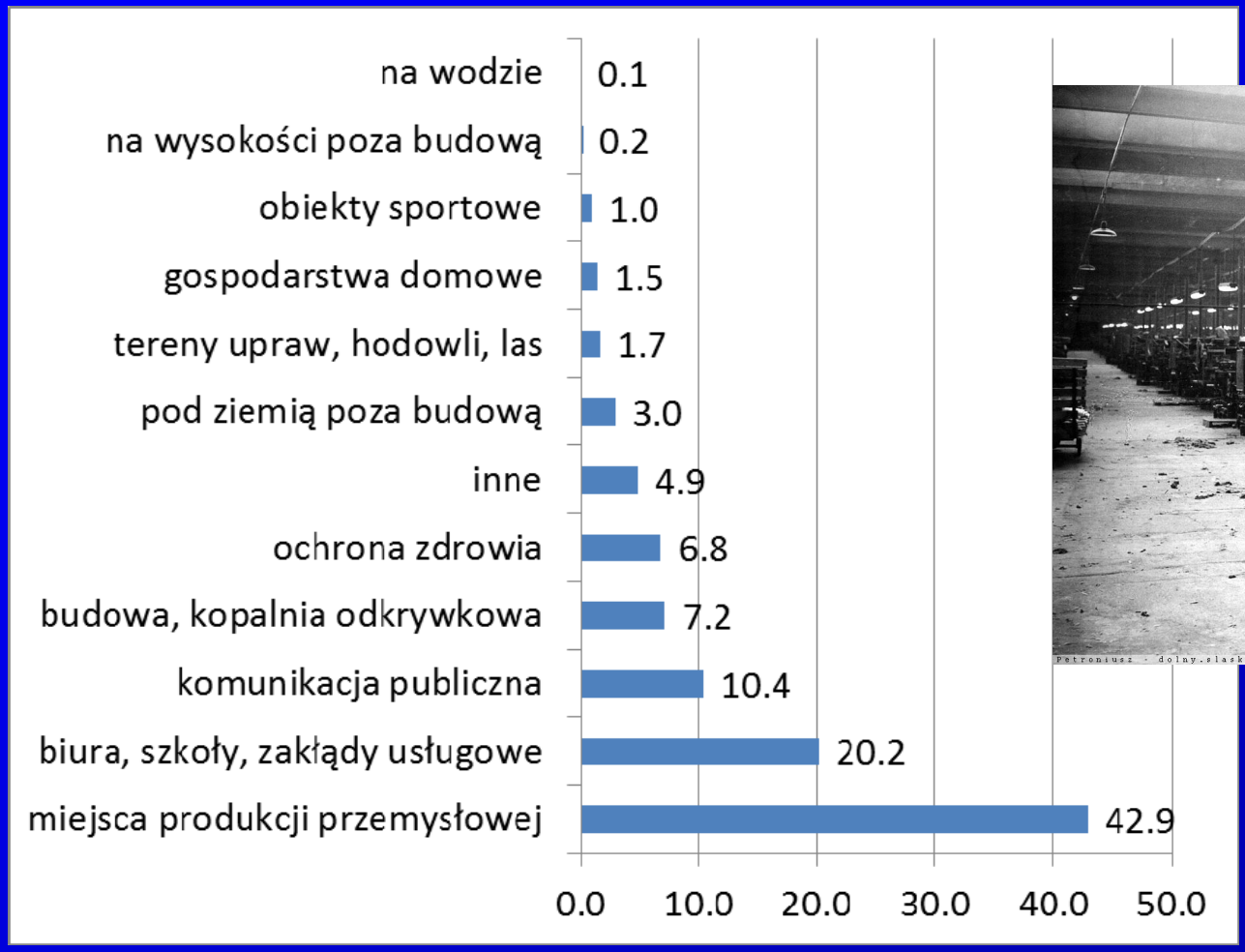
1) - zmęczenie, nadmierne wymagania, odwrócenie uwagi

Przyczyny wypadków (3)



wartości w [%] ogólnej liczby wypadków w Polsce w 2012 roku - 91000

Miejsca wypadków



wartości w [%] ogólnej liczby wypadków w Polsce w 2012 roku - 91000

Prawdopodobieństwo błędów ludzkich w elektrowni jądrowej

Rodzaj błędu	Prawdopodobieństwo błędu człowieka
Błąd odczytu wskaźnika analogowego	3×10^{-3}
Błąd odczytu grafu	1×10^{-3}
Niezauważenie błędnego sygnału	3×10^{-3}
Nie zamkniecie zaworu	5×10^{-3}
Nie użycie listy czynności	1×10^{-2}
Czynności wykonane w kolejności niezgodnej z listą	5×10^{-1}
Przesunięcie elementu manewrowego w złą stronę podczas pracy w stresie	5×10^{-1}

Wypadek w drodze z pracy lub do pracy

- Za wypadek w drodze do pracy lub z pracy uważa się nagłe zdarzenie wywołane przyczyną zewnętrzną, które nastąpiło w drodze do lub z miejsca wykonywania zatrudnienia lub innej działalności stanowiącej tytuł ubezpieczenia rentowego, jeżeli droga ta była najkrótsza i nie została przerwana.
- Ponadto za wypadek w drodze do pracy lub z pracy uważa się też przypadki, gdy droga ta została przerwana, jeżeli przerwa była życiowo uzasadniona i jej czas nie przekraczał granic potrzeby, a także wówczas, gdy droga, nie będąc drogą najkrótszą, była dla ubezpieczonego, ze względów komunikacyjnych, najdogodniejsza.

Zgłoszenie wypadku w drodze do/z pracy

- Ubezpieczony, który uległ wypadkowi w drodze do lub z pracy zawiadamia o tym niezwłocznie pracodawcę. Zgłoszenie następuje na specjalnym formularzu zwanym kartą.
- Uznanie za wypadek przy pracy na podstawie:
  - oświadczenia poszkodowanego, członka jego rodziny lub świadków co do czasu, miejsca i okoliczności zdarzenia,
  - informacji i dowodów pochodzących od podmiotów badających okoliczności i przyczyny zdarzenia lub udzielających poszkodowanemu pierwszej pomocy,
  - ustaleń sporządzającego kartę.
- Ustalenie okoliczności wypadku w drodze do pracy lub z pracy jest dokonywane w karcie wypadku w drodze do pracy lub z pracy. Kartę wypadku należy sporządzić po ustaleniu okoliczności i przyczyn zdarzenia, nie później jednak niż w terminie 14 dni od dnia uzyskania zawiadomienia o wypadku, w dwóch egzemplarzach. Organ rentowy (ZUS) nie jest związany treścią protokołu wypadkowego w zakresie uznania danego zdarzenia za wypadek w drodze do pracy lub z pracy, a tym samym jego decyzja w tym przedmiocie ma charakter samodzielny.

Choroby zawodowe

Za chorobę zawodową uważa się chorobę, wymienioną w wykazie chorób zawodowych, jeżeli w wyniku oceny warunków pracy można stwierdzić bezspornie lub z wysokim prawdopodobieństwem, że została ona spowodowana działaniem czynników szkodliwych dla zdrowia występujących w środowisku pracy albo w związku ze sposobem wykonywania pracy, zwanych „narażeniem zawodowym”

zapadalność na choroby zawodowe w Polsce na 100 tys. zatrudnionych

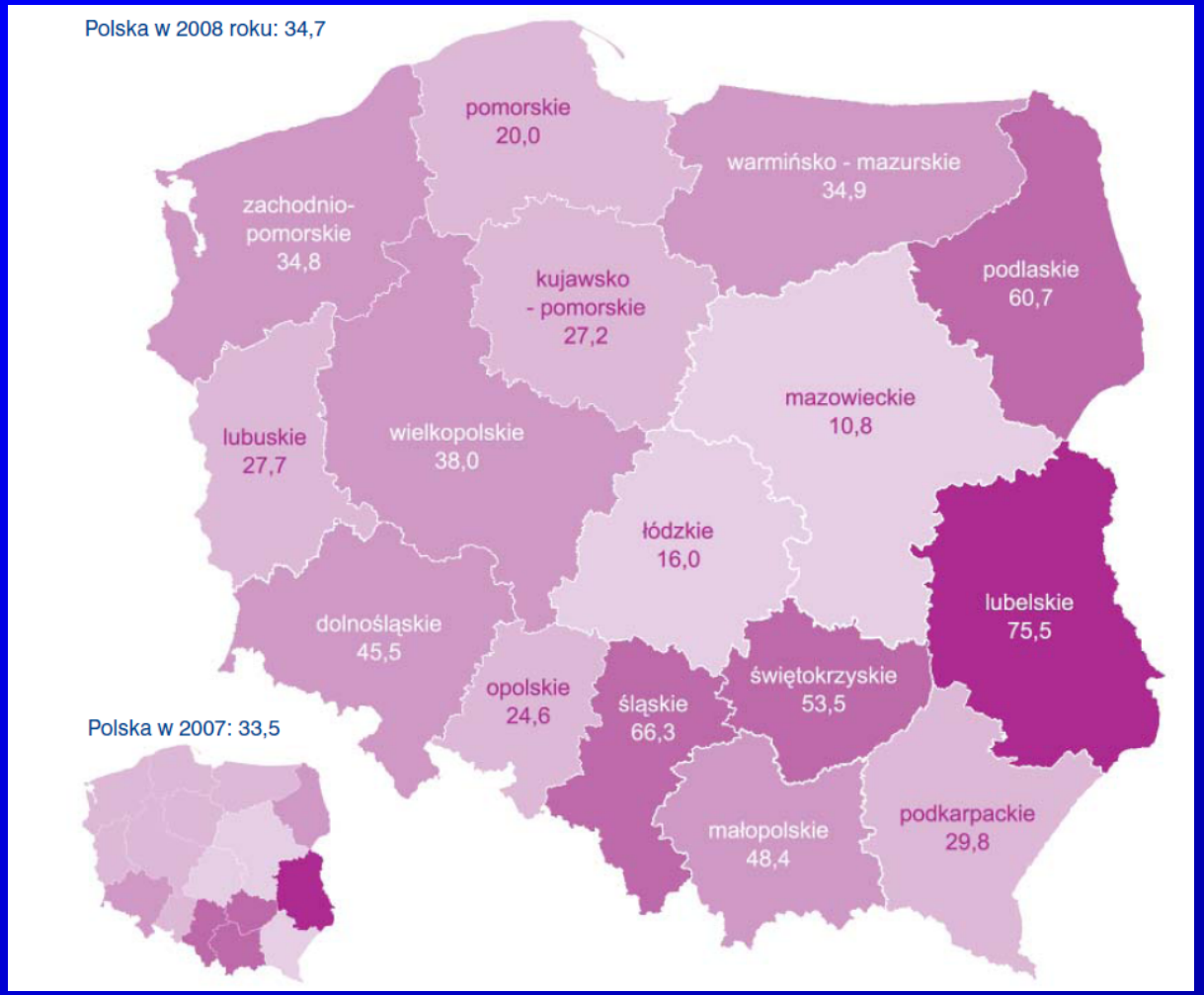
Zgłoszenie choroby zawodowej

- Podejrzenia choroby zawodowej oraz jej rozpoznanie może nastąpić u pracownika lub byłego pracownika, w okresie jego zatrudnienia w narażeniu zawodowym lub po zakończeniu pracy w takim narażeniu, lecz nie później niż w okresie, który został określony w wykazie chorób zawodowych:
- Zgłoszenia dokonuje:
  - pracodawca zatrudniający pracownika, u którego podejrzewa się chorobę zawodową
  - lekarz i lekarz dentysta,
  - pracownik lub były pracownik
- Zgłoszenie:
  - właściwemu państwowemu inspektorowi sanitarnemu
  - właściwemu inspektorowi pracy
- Forma zgłoszenia:
  - na formularzu określonym w przepisach w sprawie sposobu dokumentowania chorób zawodowych (Dz.U. nr 132, poz. 1121)
  - telefonicznie (jest to zgłoszenie dodatkowe, w przypadku choroby zawodowej o ostrym przebiegu lub podejrzenia, że choroba zawodowa była przyczyną śmierci pracownika)

Rozpoznanie i orzeczenie choroby

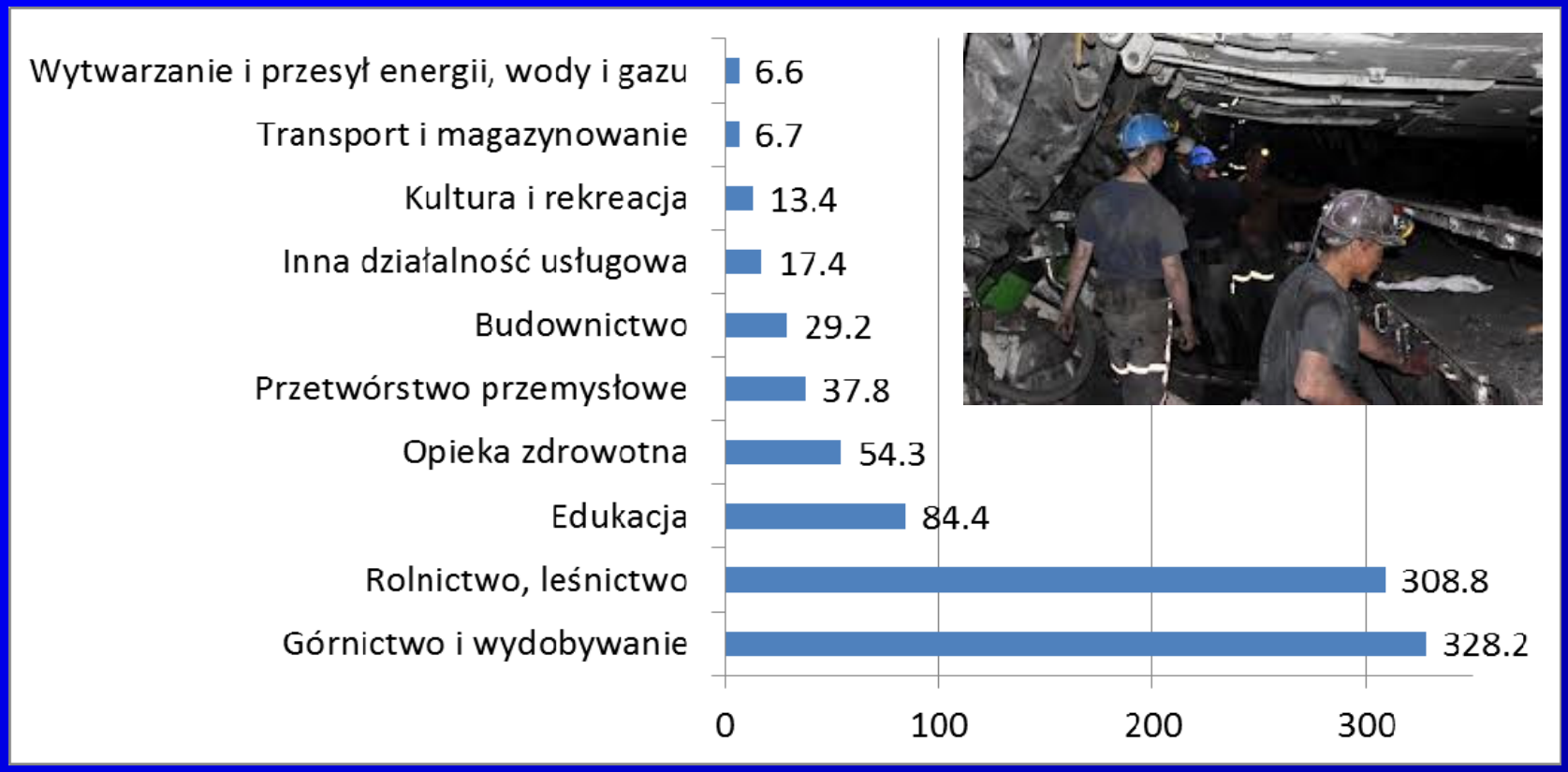
- Kierowanie na badania: lekarz, albo właściwy państwowy powiatowy inspektor sanitarny
- Jednostki orzekające I stopnia:
  - poradnie chorób zawodowych wojewódzkich ośrodków medycyny pracy
  - kliniki i poradnie chorób zawodowych uniwersytetów medycznych
  - poradnie chorób zakaźnych wojewódzkich ośrodków medycyny pracy
  - przychodnie i oddziały chorób zakaźnych poziomu wojewódzkiego
  - jednostki organizacyjne zakładów opieki zdrowotnej, w których nastąpiła hospitalizacja
- Jednostki orzekające II stopnia: jednostki badawczo-rozwojowe w dziedzinie medycyny pracy

Choroby zawodowe (2)



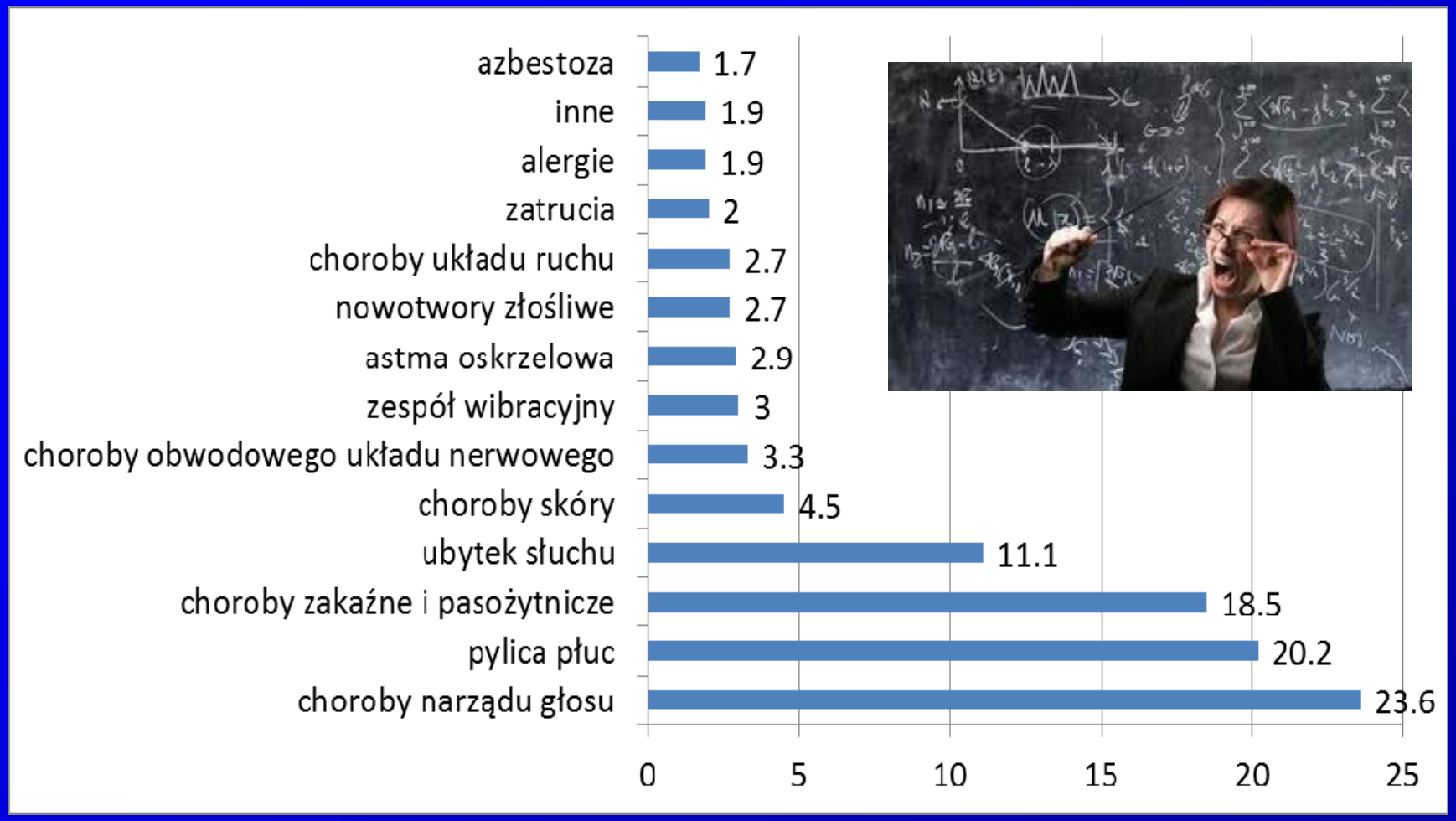
zapadalność na choroby zawodowe w Polsce na 100 tys. zatrudnionych

Choroby zawodowe (3)



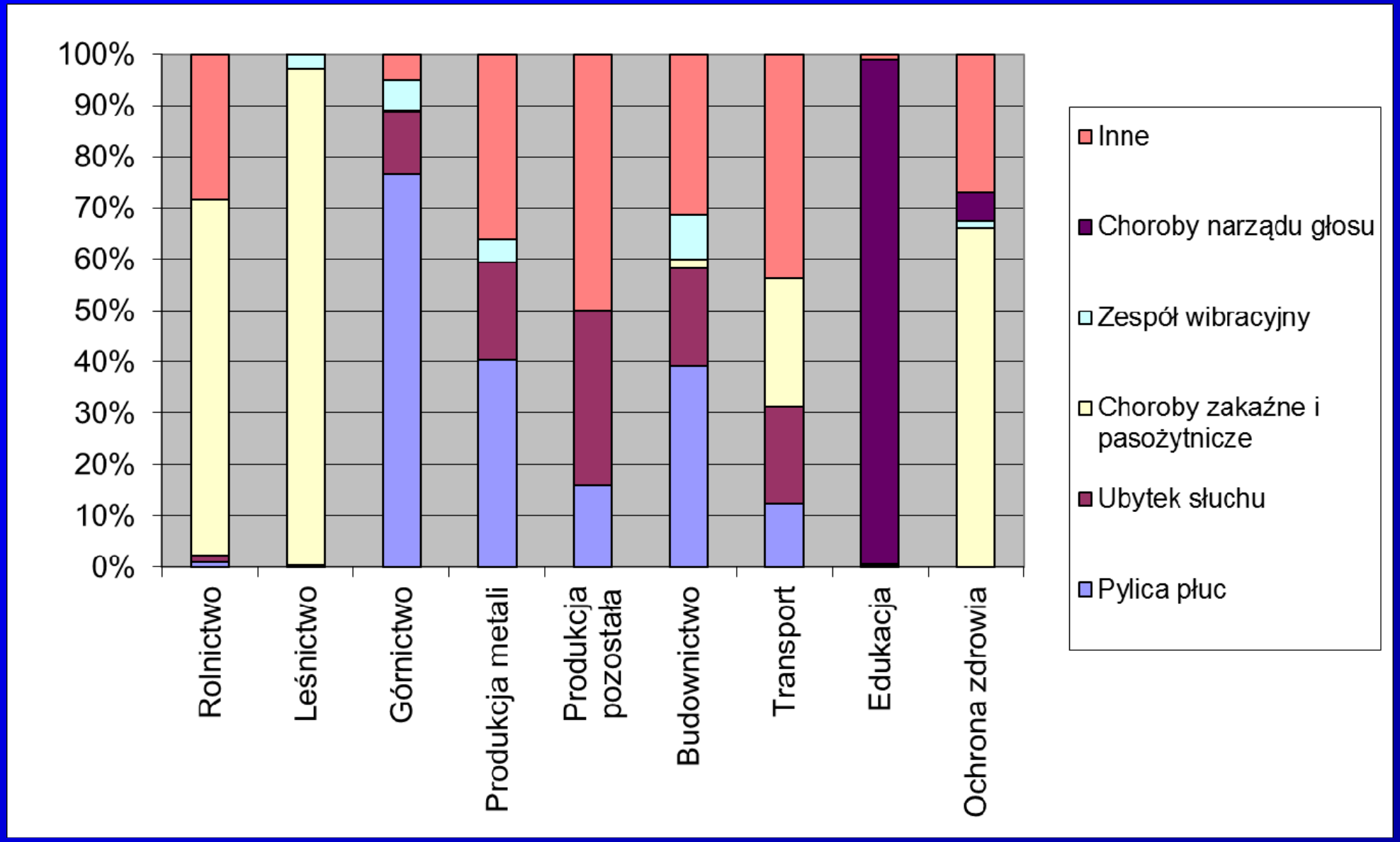
zapadalność na choroby zawodowe w Polsce na 100 tys. zatrudnionych

Choroby zawodowe (4)



zapadalność na choroby zawodowe w Polsce w [%]

Choroby zawodowe (5)



Służba BHP

- Pracodawca musi stworzyć służbę BHP. Gdy zatrudnia do 100 pracowników wykonywanie zadań służby może powierzyć pracownikowi zatrudnionemu do innej pracy.
- Pracodawca posiadający ukończone niezbędne szkolenie może sam wykonywać zadania służby BHP, jeżeli:
  - zatrudnia do 10 pracowników
  - zatrudnia do 20 pracowników i jest zakwalifikowany do grupy działalności, dla której ustalono maks. III kategorię ryzyka (przepisy o ubezp. społ.).
- Pracodawca może powierzyć wykonywanie zadań służby bhp specjalistom spoza zakładu pracy.
- Pracownicy służby BHP muszą spełniać wymagania kwalifikacyjne niezbędne do wykonywania zadań służby bhp oraz ukończyć szkolenie w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy dla pracowników tej służby.

Zadania służby BHP

- Służba bhp ma za zadanie doradzać i kontrolować pracodawcę.
- Podstawowe zadania służby bhp:
  - kontrola warunków pracy,
  - informowanie pracodawcy o stwierdzonych zagrożeniach zawodowych, wraz z wnioskami zmierzającymi do usuwania tych zagrożeń,
  - opiniowanie szczegółowych instrukcji dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy na poszczególnych stanowiskach pracy
  - udział w dokonywaniu oceny ryzyka zawodowego
  - współpraca w zakresie organizowania szkoleń w dziedzinie bhp oraz zapewnienia właściwej adaptacji zawodowej nowo zatrudnionych pracowników,
  - prowadzenie doradztwa w zakresie stosowania przepisów oraz zasad bhp

Szkolenia BHP

- Pracodawca jest obowiązany zapewnić przeszkolenie pracownika w zakresie bhp przed dopuszczeniem go do pracy, oraz prowadzić okresowe szkolenia w tym zakresie. Szkolenia te odbywają się w czasie pracy i na koszt pracodawcy.
- Pracownik jest obowiązany potwierdzić na piśmie zapoznanie się z przepisami oraz zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy.
- Szkolenie pracownika przed dopuszczeniem do pracy nie jest wymagane w przypadku podjęcia przez niego pracy na tym samym stanowisku pracy, które zajmował uprzednio.
- Pracodawca jest obowiązany:
  - zaznajamiać pracowników z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy dotyczącymi wykonywanych przez nich prac,
  - wydawać szczegółowe instrukcje i wskazówki dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy na stanowiskach pracy,
  - odbyć szkolenie w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie niezbędnym do wykonywania ciążących na nim obowiązków. Szkolenie to powinno być okresowo powtarzane.