

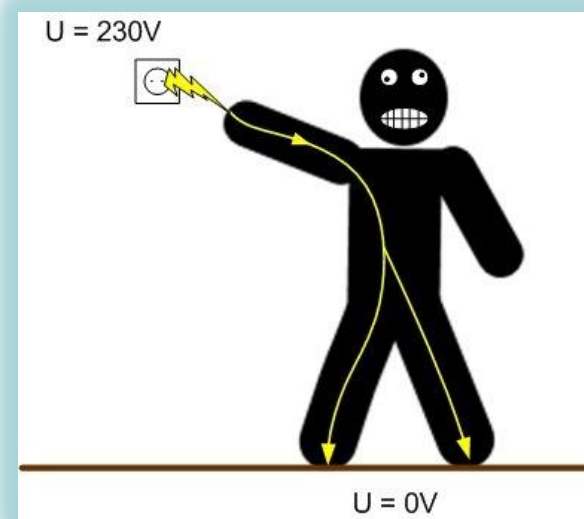
Działanie prądu na organizm ludzki

Ochrona przeciwporażeniowa.

Prąd rażeniowy przepływający przez ciało człowieka powoduje zaburzenia w funkcjonowaniu wielu układów, szczególnie układów: nerwowego, oddechowego i krwionośnego.

Każde takie zaburzenie stanowi zagrożenie dla zdrowia i życia człowieka.

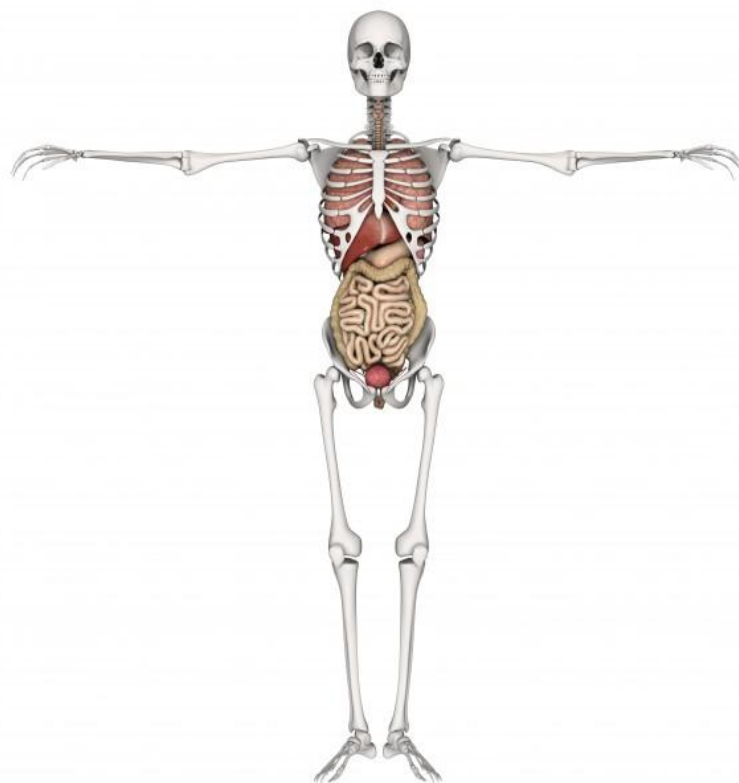
Należy przy tym pamiętać, że skutki wywołane prądem rażeniowym mogą ujawnić się nawet po wielu latach.



Skutki przepływu prądu przez ciało człowieka

Z przeprowadzonych badań i zebranych wyników obserwacji wynika, że najpoważniejsze skutki przepływu prądu elektrycznego przez organizm ludzki, to:

- a) skurcze mięśni, szczególnie mięśni zginających,
- b) oparzenia zewnętrzne i wewnętrzne,
- c) utrata świadomości,
- d) zatrzymanie oddychania,
- e) zakłócenia pracy serca, występujące najostrzej przy prądach o częstotliwościach **40 ÷ 60 Hz**, które powodują migotanie komór serca.



Pośrednie oddziaływanie prądu elektrycznego na człowieka

Powstający w czasie awaryjnej pracy urządzeń czy niewłaściwej obsługi **łuk elektryczny** jest źródłem silnego promieniowania cieplnego i ultrafioletowego a także przyczyną (przy prądach zwarciovych o dużym natężeniu) powstawania dużych sił między elementami wiodącymi prąd elektryczny.

Człowiek znajdujący się w pobliżu palącego się łuku elektrycznego narażony jest na **oparzenia, uszkodzenie narządu wzroku oraz na mechaniczne uszkodzenia ciała**. Ponadto, w wyniku porażenia bądź oddziaływania łuku elektrycznego może wystąpić utrata równowagi powodująca upadek z wysokości co w konsekwencji doprowadzić może do spowodowania poważnych mechanicznych uszkodzeń ciała człowieka.



Czynniki pogłębiające stopień porażenia

Stopień porażenia, czyli skutki przepływu prądu rażeniowego przez ciało człowieka, jest wynikiem działania następujących czynników:

- a) natężenia prądu rażeniowego,
- b) czasu przepływu prądu rażeniowego,
- c) częstotliwości prądu rażeniowego,
- d) drogi przepływu prądu przez człowieka,
- e) rezystancji ciała człowieka oraz jego naskórka,
- f) warunków środowiskowych,
- g) indywidualnych cech człowieka.

Znajomość wpływu czynników pogłębiających stopień porażenia ma istotne znaczenie dla zrozumienia zasad ochrony przeciwporażeniowej.

Natężenie prądu rażeniowego

Natężenie prądu rażeniowego jest wprost proporcjonalne do napięcia rażeniowego i odwrotnie proporcjonalne do rezystancji ciała człowieka.

Reakcje organizmów na przepływający prąd są różne i w dużej mierze zależne od indywidualnych cech osób porażonych. Skutki przepływu prądu potęgują się u dzieci, kobiet, osób starszych, osób otyłych i chorych (zwłaszcza na choroby serca).

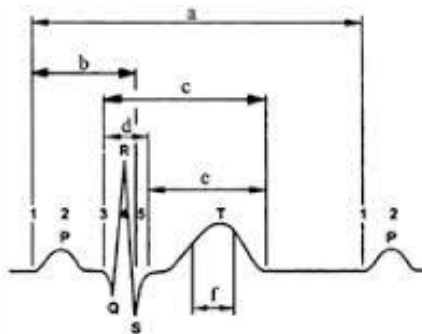
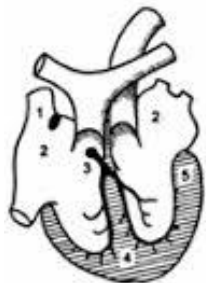
Na podstawie wielu badań, stwierdzono ścisłą zależność **skutków rażenia od natężenia prądu rażeniowego**; wyniki tych badań zestawione są w tabeli 2.1. (są to wartości uśrednione dla mężczyzn).

| Natężenie prądu w mA | Objawy – skutki przepływu prądu o częst. 50 60 Hz |
|----------------------|--|
| 0.5 | Brak widocznych reakcji |
| 1 ~ 1.5 | Początek odczuwania |
| 1 ~ 3 | Odczuwanie bezbolesne |
| 3 ~ 6 | Początek skurczów mięśni i odczucie bólu |
| 10 ~ 15 | Silne skurcze mięśni, trudności z oderwaniem rąk od przewodu, silne bóle w palcach, ramionach i plecach |
| 15 ~ 25 | Bardzo silne skurcze i bóle, samodzielne oderwanie się jest niemożliwe, trudności z oddychaniem |
| 30 | Początek paraliżu dróg oddechowych, możliwość utraty przytomności. |
| 75 | Początek migotania komórek sercowych. |
| 250 | Migotanie komórek sercowych w czasie pow. 0.4 s |
| 4000 | Paraliż i zatrzymanie akcji serca |
| > 5000 | Zwęglenie się tkanek |

| Natężenie Prądu w mA | Objawy -skutki przepływu prądu stałego |
|----------------------|---|
| 5 ~ 8 | Początek odczuwania przepływu prądu |
| 10 ~ 15 | Uczucie ciepła |
| 20 ~ 25 | Powstawanie skurczów mięśni, znaczne odczuwanie ciepła |
| 1200 | Powoduje śmierć |

Czas przepływu prądu rażeniowego

- Czas przepływu prądu ma wpływ na oddziaływanie cieplne oraz na pojawienie się migotania komór sercowych. Badania dowiodły, że przy przepływie prądów rażeniowych w czasie poniżej 0.2 s wystąpienie migotania komór sercowych zdarza się bardzo rzadko, natomiast przy czasach powyżej 1 s bardzo często.



Częstotliwość prądu rażeniowego

- Najgroźniejszymi z prądów rażeniowych są prądy o częstotliwościach 40 ÷ 60 Hz gdyż wywołują one migotanie komór sercowych

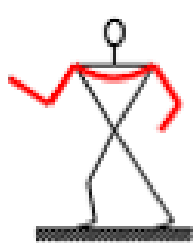
Prądy stałe i prądy o wysokich częstotliwościach stwarzają mniejsze niebezpieczeństwo dla zdrowia i życia człowieka, co wcale nie oznacza, że rażenia tymi prądami należy lekceważyć. Prądy stałe powodują bowiem rozkład krwi (**zjawisko elektrolizy**) i mogą spowodować zablokowanie krwioobiegu. Prądy o wysokich częstotliwościach, nawet przy niezbyt dużych natężeniach prądu, powodują dotkliwe oparzenia naskórka i skóry (**zjawisko naskórkowości**).

Droga przepływu prądu rażeniowego

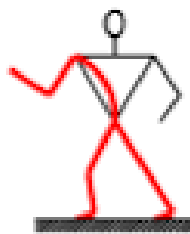
Najniebezpieczniejsze skutki wywołują prądy rażeniowe przepływające przez serce i obręb klatki piersiowej gdyż prowadzą one bezpośrednio do niedotlenienia organizmu.

Z powyższego wynika, że stopień porażenia człowieka będzie głębszy przy rażeniach prądem na drodze ręka - nogi.

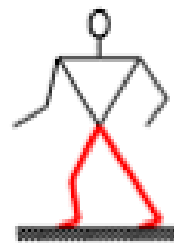
Drogi przepływu prądu rażeniowego obrazuje rysunek 2.1



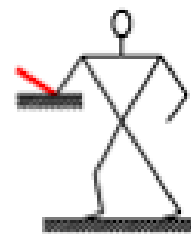
1.



2.



3.



4.

1. dłoń - dłoń 2. dłoń - stopy 3. stopa - stopa 4. dłoń - łokieć

Rezystancja ciała człowieka

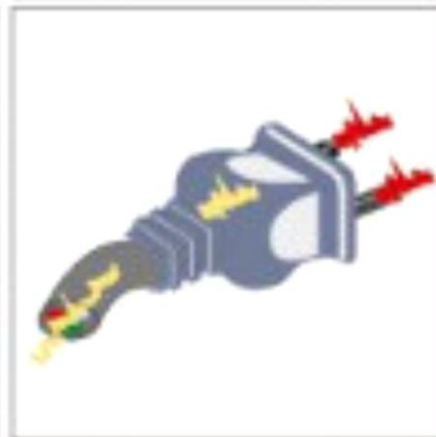
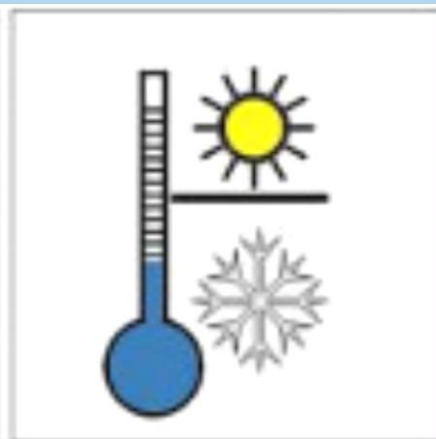
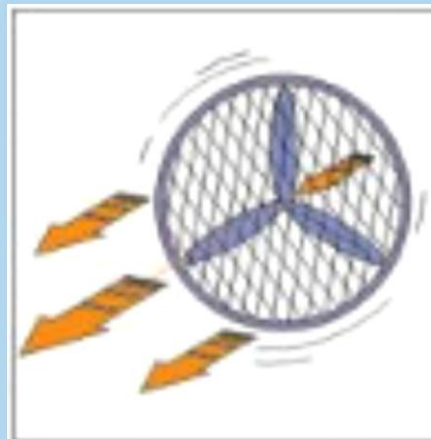
- Rezystancja ciała człowieka jest wypadkową rezystancji skóry wraz z naskórką oraz rezystancji wewnętrznej. Rezystancja wewnętrzna ciała zawiera się w granicach **500 ÷ 1000 Ω** i tylko w niewielkim stopniu zależy od drogi przepływu prądu. W przeciętnych warunkach przyjmujemy, że rezystancja wewnętrzna wynosi 1000 Ω . Rezystancja skóry nie ma stałej wartości. Przy suchym i nieuszkodzonym naskórku przy napięciu kilku woltów, rezystancja skóry wynosi **od 10 k Ω do 1 M Ω** . Wyraźne zmniejszenie się wartości rezystancji skóry obserwujemy przy zwiększaniu się powierzchni elektrod, wilgotności, upływie czasu rażenia i wzroście napięcia rażeniowego. Napięcia rażeniowe powyżej 250 V powodują częściowe lub całkowite przebicie skóry.

Warunki środowiskowe

Warunki zewnętrzne, takie jak: wilgotność i temperatura powietrza, pozycja pracy, intensywność wykonywanej pracy, przewodność podłoża i ubrania roboczego, mają decydujący wpływ na zmniejszanie się rezystancji skóry i zwiększanie natężenia prądów rażeniowych.

Wyróżniamy warunki środowiskowe:

- 1) przy których wartość rezystancji ciała człowieka wynosi co najmniej 1000Ω ,
- 2) przy których wartość rezystancji ciała człowieka wynosi mniej niż 1000Ω



Indywidualne cechy człowieka

Spożycie alkoholu zmniejsza zdolność reagowania na stany zagrożenia, zwiększa wydzielanie się potu i osłabia odporność organizmu na prąd rażeniowy.



- Stan psychofizyczny człowieka obejmujący między innymi stan zdrowotny, podniecenie, zdenerwowanie, przebyte stresy, w znacznej mierze decyduje o odporności organizmu na przepływający prąd i zdolności szybkiego reagowania na zagrożenia.

Metody eliminowania skutków przepływu prądów rażeniowych.

Podstawy ochrony przeciwporażeniowej.

- Jak przekonaliśmy się, przepłynięcie prądu elektrycznego przez ciało człowieka może być niebezpieczne dla jego zdrowia a nawet życia. W celu ratowania bezcennej wartości jaką jest życie człowieka, **należy przeciwdziałać zarówno przyczynom jak i skutkom** występowania prądów rażeniowych poprzez minimalizację czynników pogłębiających stopień porażenia.

Napięcie dotykowe bezpieczne

- Na podstawie znajomości najmniejszych niebezpiecznych dla człowieka natężeń prądu wynoszących:
 - a) **30 mA** dla prądu o częstotliwości **40 ÷ 60 Hz**,
 - b) **70 mA** dla prądu **stałego**,i rezystancji ciała człowieka wynoszącej średnio 1000 Ω , określone zostały wartości maksymalne napięć dopuszczalnych dla człowieka - wartości napięć dotykowych bezpiecznych.

W warunkach środowiskowych, w których rezystancja ciała człowieka wynosi co najmniej 1000 Ω za napięcie bezpieczne uznaje się napięcia o wartościach:

- a) **50 V** dla prądu **przemiennego**,
- b) **120 V** dla prądu **stałego**.

W warunkach środowiskowych, w których rezystancja ciała człowieka nie przekracza 1000 Ω , za napięcie bezpieczne uznaje się napięcia o wartościach:

- a) **25 V** dla prądu **przemiennego**,
- b) **60 V** dla prądu **stałego**.

Przeciwdziałanie elektrycznym przyczynom występowania porażień prądem.

Do metod przeciwdziałających przyczynom występowania porażień można zaliczyć:

- ograniczenie (eliminacja) „przypadkowości” w występowaniu porażień dzięki podnoszeniu kultury technicznej,
- właściwe projektowanie i budowę urządzeń i aparatów elektrycznych w sposób uniemożliwiający dotknięcie części czynnych,
- stosowanie odpowiednich materiałów izolacyjnych odpornych na uszkodzenia mechaniczne, wysokie temperatury, procesy starzeniowe,
- systematyczne szkolenie osób obsługi i dozoru nad eksploatacją urządzeń elektroenergetycznych,
- stosowanie sprzętu ochrony osobistej i narzędzi elektroizolacyjnych,
- użytkowanie narzędzi, maszyn i urządzeń elektrycznych zgodnie z ich przeznaczeniem,
- systematyczną, regularną kontrolę stanu izolacji urządzeń i maszyn elektrycznych.

Przeciwdziałanie skutkom rażenia prądem elektrycznym .

- Do metod ograniczających skutki wywołane przepływem prądu elektrycznego przez ciało człowieka należy zaliczyć:
 - stosowanie do zasilania narzędzi i urządzeń napięć bezpiecznych,
 - ograniczanie natężenia prądów rażeniowych,
 - ograniczanie czasu przepływu prądów rażeniowych,
 - wyłączanie z ruchu narzędzi i urządzeń posiadających zbyt niską wartość rezystancji izolacji,
 - wyrównywanie potencjałów elektrycznych na częściach przewodzących.

Dziękuję za uwagę 😊