

LEKCJA 2

Temat: Zagrożenia od urządzeń elektrycznych

Czas realizacji:

- 1 godzina lekcyjna

Cele operacyjne:

Po zakończeniu zajęć uczeń:

- zna podstawowe zagrożenia pochodzące od urządzeń elektrycznych i przyczyny ich powstawania,
- zna działanie prądu elektrycznego na organizm ludzki, wie, jakie są stosowane środki ochrony od porażień,
- umie właściwie użytkować urządzenia elektryczne,
- umie właściwie zachować się w przypadku wystąpienia porażenia prądem elektrycznym,
- propaguje zasady bezpiecznej pracy z urządzeniami elektrycznymi.

Treści:

1. Zagrożenia od urządzeń elektrycznych.
2. Przyczyny porażenia i oparzenia prądem elektrycznym.
3. Działanie prądu elektrycznego na organizm ludzki.
4. Podstawowe zasady bezpieczeństwa przy użytkowaniu urządzeń elektrycznych.
5. Zasady ratowania osób porażonych prądem elektrycznym.

Pomoce dydaktyczne:

- materiał źródłowy,
- komputery,
- slajdów, karta ćwiczeń.

Spis slajdów:

Nr Tytuł

7. Przykładowe urządzenia elektryczne
8. Zagrożenia od urządzeń elektrycznych.
9. Przyczyny porażenia i oparzenia prądem elektrycznym.
10. Działanie prądu elektrycznego na organizm ludzki.
11. Rozwiązania techniczne dla zapewnienia bezpieczeństwa przy urządzeniach elektrycznych.
12. - 20. Podstawowe zasady bezpiecznego użytkowania urządzeń elektrycznych.
21. Sposoby uwalniania porażonego spod działania prądu elektrycznego.
- 22., 23. Materiały do ćwiczeń

Plan zajęć

Lp.	Treść	Metoda nauczania	Czas realizacji
1.	Temat i cele lekcji		2 min.
2.	Urządzenia elektryczne/elektroenergetyczne (przykłady). Nieuchronność zagrożeń elektrycznych	Wykład, dyskusja	8 min.
3.	Zagrożenia od urządzeń elektrycznych	Wykład, pytania	10 min.
4.	Przyczyny porażenia i oparzenia prądem elektrycznym. Działanie prądu elektrycznego na organizm ludzki	Wykład, pytania, dyskusja	5 min.
5.	Rozwiązania techniczne dla zapewnienia bezpieczeństwa przy urządzeniach elektrycznych.	Wykład, pytania	5 min.
6.	Podstawowe zasady bezpieczeństwa przy użytkowaniu urządzeń elektrycznych	Wykład, pytania,	10 min.
8.	Zasady ratowania osób porażonych prądem elektrycznym	Wykład, pytania, dyskusja	5 min.

SCENARIUSZ ZAJĘĆ

Ad. 1.

- podaj temat lekcji.
- zapoznaj uczniów z celami lekcji i zachęć do zadawania pytań.

Ad. 2.

- przedstaw przykłady urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych. slajd nr 7.
- poinformuj uczniów, jakie zagrożenia mogą wystąpić przy użytkowaniu urządzeń elektrycznych i jakie są to przykładowe urządzenia.
- przedstaw slajd nr 8 oraz wyjaśnij, że zagrożeń tych nie można uniknąć, ale można zmniejszyć ryzyko ich występowania.

Ad. 3.

- podaj przyczyny porażenia i oparzenia prądem elektrycznym.
- przedstaw slajd nr 9.

Ad. 4.

- wyjaśnij uczniom, jakie są skutki bezpośrednie, a jakie pośrednie, działania prądu elektrycznego na organizm człowieka.
- przedstaw slajd nr 10.
- zwróć uwagę uczniom na objawy działania prądu przemiennego na organizm człowieka.
- powiedz, że skutki rażenia prądem elektrycznym zależą od rodzaju i wartości prądu oraz czasu jego przepływu przez organizm człowieka.

Ad. 5.

- poinformuj uczniów, że, aby nie dopuścić do powstania niebezpieczeństwa, stosuje się odpowiednie rozwiązania techniczne dla zapewnienia bezpieczeństwa przy urządzeniach elektrycznych.
- przedstaw slajd nr 11.

Ad. 6

- podaj podstawowe zasady bezpieczeństwa użytkowania urządzeń elektrycznych i podkreśl możliwość wystąpienia zagrożenia porażenia prądem w sytuacjach codziennych.
- przedstaw slajdy nr 12- 20.

Ad. 7.

- podkreśl, że ratując porażonego, należy działać: szybko, sprawnie i spokojnie.
- uświadom uczniom, że porażonego człowieka można jeszcze uratować, jeżeli udzieli mu się skutecznej pomocy przed upływem 5 minut, tzn. przed upływem czasu, jaki bez dopływu tlenu może przeżyć kora mózgowa.
- podaj metody uwolnienia porażonego spod działania prądu elektrycznego.
- przedstaw slajd 21.
- podkreśl, że bezpośrednio po uwolnieniu porażonego spod napięcia, należy ocenić jego stan a następnie zdecydować, jaki ma być zakres pomocy i sposób jej udzielania.
- wykonaj z uczniami ćwiczenie.

PYTANIA KONTROLNE Z ODPOWIEDZIAMI**1. Co to jest porażenie elektryczne?**

Odpowiedź: Jest to przepływ prądu elektrycznego przez ciało człowieka w chwili, gdy jednocześnie styka się on z dwoma punktami pozostającymi pod różnymi potencjałami elektrycznymi w zamyka się obwód elektryczny

2. Jakie mogą być najważniejsze zagrożenia pochodzące od urządzeń elektrycznych ?

Odpowiedź:

- porażenie i oparzenie prądem
- oddziaływanie łuku elektrycznego
- oddziaływanie zjawisk elektryczności statycznej
- porażenie i uszkodzenia spowodowane wyladowaniem atmosferycznym oraz przepięcia w urządzeniach
- poparzenia w wyniku wydzielania się ciepła, także w wyniku zwarcia, przeciążenia, przegrzania czy iskrzenia i żarzenia się
- oparzenia chemiczne i zatrucia substancjami występującymi w urządzeniach oraz wydzielanymi podczas spalania
- skaleczenia, zmiżdżenia, pochwycenia, przekłucia w wyniku oddziaływania mechanicznego, w tym w maszynach

3. Co może być przyczyną porażenia i oparzenia prądem elektrycznym?

Odpowiedź: Porażenia i oparzenia prądem elektrycznym powodowane są:

- nieprzestrzeganiem przepisów bezpieczeństwa,
- lekkomyślnością,
- błędnym postępowaniem,
- brakiem odpowiedniej wiedzy o zagrożeniach,
- wadliwą budową urządzeń,
- pojawieniem się napięcia na przewodzących częściach urządzenia, nie będących normalnie pod napięciem (obudowy), wskutek niespodziewanego uszkodzenia izolacji.

4. Jakie może być działanie prądu elektrycznego na organizm ludzki?

Odpowiedź: Działanie prądu elektrycznego może być:

- bezpośrednie, gdy przez ciało człowieka przepływa prąd elektryczny
- pośrednie, które powstaje bez przepływu prądu przez organizm człowieka.

5. Jakie środki stosuje się w ochronie przed porażeniem prądem elektrycznym?

Odpowiedź:

- jako ochrony podstawowej (ochrony przed dotykiem bezpośrednim) – izolacje i obudowy (osłony),
- jako ochrony dodatkowej (ochrony przy dotyku pośrednim, czyli ochrony przy uszkodzeniu) – samoczynne wyłączenie zasilania, lub zastosowanie izolacji podwójnej (wzmocnionej), lub separację elektryczną

6. Wymień podstawowe zasady bezpieczeństwa stosowane w celu uniknięcia porażenia prądem elektrycznym.

Odpowiedź:

- a) przed użyciem dowolnego urządzenia elektrycznego należy sprawdzić, czy jego obudowa lub przewód zasilający nie są uszkodzone,
- b) nigdy nie wolno dotykać nieizolowanych przewodów, które są pod napięciem, a także zbliżać się do nich,
- c) zawsze przed podłączeniem urządzenia do sieci zasilającej trzeba sprawdzić, czy wtyczka przewodu zasilającego jest dostosowana do gniazda wtykowego (czy jest z bolcem ochronnym czy bez),
- d) nie wolno samodzielnie budować urządzeń ani modyfikować istniejących,
- e) w każdym przypadku uszkodzenia urządzenia elektrycznego, podczas jego użytkowania, należy odłączyć je spod napięcia,
- f) osoby, które nie mają odpowiednich kwalifikacji, nie mogą wykonywać napraw i „udoskonaień” urządzeń elektrycznych,
- g) obecność lub brak napięcia sprawdzamy tylko za pomocą odpowiedniego wskaźnika napięcia,
- h) nigdy nie wolno zdejmować obudowy sprzętu elektrycznego przed odłączeniem go od zasilania,
- i) nigdy nie wolno używać zawilgoconego sprzętu elektrycznego i urządzeń elektrycznych,
- j) nie wolno korzystać z urządzeń elektrycznych, zażywając kąpieli w wannie lub pod prysznicem,
- k) nie dopuszczać, aby dzieci manipulowały przy gniazdach wtyczkowych i bawiły się urządzeniami elektrycznymi,
- l) jeśli chcesz bezpiecznie wymienić żarówkę - wyłącz bezpiecznik,
- m) nie zostawiaj bez nadzoru urządzeń grzejnych, gdyż mogą być one źródłem pożaru.

7. Podaj metody uwalniania porażonego spod działania prądu elektrycznego.

Odpowiedź: Uwolnienia porażonego spod działania prądu elektrycznego należy dokonać jedną z metod:

- przez wyłączenie napięcia,
- przez odciągnięcie.

8. Jakie czynności należy wykonać bezpośrednio po uwolnieniu porażonego spod działania prądu elektrycznego?

Odpowiedź: Bezpośrednio po uwolnieniu porażonego spod napięcia należy:

- 1) wykonać szybkie badanie wstępne, żeby ocenić stan porażonego:
 - czy ma świadomość,
 - czy oddycha i jak oddycha,
 - czy pracuje serce i zachowana jest wydolność krążenia,
- 2) zdecydować, jaki ma być zakres doraźnej pomocy i sposób jej udzielania.

MATERIAŁ ŹRÓDŁOWY DLA UCZNIĄ

Temat: Zagrozenia od urzadzzen elektrycznych

Urządzenia elektryczne i zagrożenia przez nie stwarzane

Człowiek użytkuje zarówno proste narzędzia, jak i coraz bardziej złożone maszyny i urządzenia techniczne. Ułatwiają mu one pracę, zastępują mięśnie, uprzyjemniają życie, dają inne, dawniej niewyobrażalne możliwości. Zarazem te pożyteczne i tak pożądane urządzenia techniczne stwarzają zagrożenia dla człowieka i jego środowiska. Powszechność stosowania energii elektrycznej sprawia, że wypadki z nią związane mają również powszechny charakter, tzn., że występują nie tylko w pracy, ale również poza nią, np. w domu, w szkole, w gospodarstwie rolnym i wszędzie tam, gdzie można spotkać urządzenia elektryczne. Ponadto niektóre zjawiska, jak np. wyładowanie atmosferyczne, mogą stwarzać zagrożenie także w różnych przypadkowych miejscach, gdzie znajduje się człowiek.

Najistotniejszą grupą zagrożeń pochodzących od urządzeń elektrycznych są takie, które wiążą się z oddziaływaniem prądu elektrycznego na organizm człowieka. Przede wszystkim należy wymienić tu **porażenie i oparzenie prądem**, do których dochodzi wówczas, gdy człowiek dwiema częściami swego ciała równocześnie dotyka do dwóch elementów urządzenia pozostających pod różnymi potencjałami. Warunkiem koniecznym dla przepływu prądu rażeniowego jest zamknięcie się obwodu, którego fragmentem jest ciało człowieka. Scenariusz wypadku jest zazwyczaj następujący, ofiara:

- dotyka do tzw. niebezpiecznej części czynnej, czyli elementu będącego pod niebezpiecznym napięciem, pozostającego wewnątrz urządzenia – mówimy wówczas o porażeniu w wyniku dotyku bezpośredniego,
- dotyka do tzw. części przewodzącej dostępnej, czyli metalowych elementów urządzenia, możliwych do swobodnego dotknięcia przez człowieka i choć wprawdzie nieprzewidzianych do przewodzenia prądu czy pozostawiania pod napięciem, to jednak na których groźne napięcie dotykowe pojawić się może niespodziewanie w wyniku uszkodzenia izolacji - mówimy wówczas o porażeniu w wyniku dotyku pośredniego,
- stąpa po przewodzącym podłożu, w którym ma miejsce przepływ prądu, spowodowany np. zwarcie doziemnym w urządzeniu znajdującym się nieopodal lub wyładowaniem atmosferycznym - mówimy wówczas o porażeniu w wyniku wystąpienia napięcia krokowego.

Wypadki porażenia prądem i związanego z nim oparzenia elektrycznego tkanek najczęściej powodowane są:

- a) wadliwą budową urządzeń lub nieodpowiednim ich doborem do parametrów układu zasilania i warunków środowiskowych, a w szczególności:
 - pozostawienie – wbrew zasadom bezpieczeństwa - możliwości nieuprawnionego dostępu osób do niebezpiecznych części czynnych, np. wskutek niedomykania się obudowy urządzenia lub zdekompletowania jej elementów (osłon, drzwiczek, kloszy, uszczelnień, zaślepek, itp.),
 - niedostatecznej szczelności obudowy urządzenia, co powoduje wnikanie wody do wnętrza i wynoszenia przez nią na zewnątrz potencjału niebezpiecznych części czynnych,
- b) niewłaściwą eksploatacją urządzeń, rozumianą w szczególności jako:
 - powierzanie użytkowania i naprawiania urządzeń osobom bez wymaganej wiedzy i wymaganych kwalifikacji,
 - nieuprawniona ingerencja w budowę urządzenia lub jego elementów, np. niedozwolona naprawa wkładek bezpieczników topikowych lub demontaż ich wstawek działań redukcyjnych, przeróbka urządzeń dla ich „udoskonalenia”,
 - wymiana wtyczek i gniazd wtykowych na niezgodne z oryginalnie zastosowanymi, albo ich modyfikacja dla usunięcia pozornych niezgodności, bądź stosowanie rozgałęźników i innego osprzętu o niepoprawnej budowie,
 - samowolny demontaż, często skutkujący później pomyłkami podczas składania urządzenia, co prowadzi np. do omyłkowej zamiany żył przewodów,
 - naprawa izolacji i innych istotnych elementów urządzenia w przypadkowy sposób lub z użyciem nieodpowiedniej technologii,
 - ignorowanie wskazówek projektanta czy producenta urządzenia, a zwłaszcza tych, które dotyczą poprawności montażu czy instalowania oraz sposobu użytkowania;

Zjawiskiem często występującym podczas wypadku elektrycznego, z reguły towarzyszącym porażeniu prądem, jest zapalenie się **luku elektrycznego**, który może zostać zainicjowany przez człowieka w wyniku

nadmiernego zbliżenia się do części czynnej urządzenia, jak również wywołania zwarcia np. spowodowanego niepoprawnym przeprowadzeniem czynności łączeniowych czy niedozwoloną ingerencją w budowę urządzenia. Podobny efekt wywołać też może przerywanie obciążonego obwodu. Zwarcie łukowe może także wystąpić samoistnie w wyniku osłabienia lub degradacji izolacji, spowodowanych np. niewłaściwym użytkowaniem lub nadmiernym wyeksploatowaniem urządzenia. Zjawisko łuku elektrycznego jest bardzo groźne ze względu na jego nagły i nieprzewidywalny charakter oraz na znaczną ciężkość powodowanych przezeń urazów, jak: spalenie tkanek, uszkodzenie wzroku, metalizacja skóry i gałek ocznych, uderzenie rozrzuconymi elementami urządzenia, śmierć. Zazwyczaj pierwotną przyczyną wypadku porażenia prądem, także z wystąpieniem łuku elektrycznego, bywa lekceważenie zasad bezpieczeństwa.

Człowiek nie ma receptorów ostrzegających go z góry przed zagrożeniami elektrycznymi. Nie można tych zagrożeń dostrzec wzrokiem, wyczuć węchem lub usłyszeć. Natomiast dzięki rzetelnej wiedzy, wyobraźni oraz przestrzeganiu zalecanych reguł postępowania - można uchronić się przed wypadkiem i jego niebezpiecznymi skutkami.

Dane statystyczne wskazują, że 70...85% wypadków porażenia prądem elektrycznym jest spowodowana błędnym postępowaniem człowieka, wynikającym najczęściej z braku umiejętności lub lekkomyślności.

W środowisku, w którym występuje znaczna ilość materiałów nieprzewodzących, objawiają się zjawiska zwane **elektrycznością statyczną**, wynikające z obecności niezrównoważonych ładunków elektrycznych. Elektryzowanie powodowane jest przez kontakt z naładowanym obiektem, a także przez wzajemne tarcie przedmiotów (przy przesuwaniu się, a także przy przelewaniu cieczy i przetłaczaniu gazów), rozbijanie brył i rozpylanie aerozoli, czy nagłe rozdzielanie wcześniej stykających się warstw (np. przy rozwijaniu z rolki taśm z tworzywa sztucznego czy z papieru). Naelektryzować się może też przedmiot znajdujący się w polu elektrostatycznym wytworzonym przez inne naładowane pobliskie ciała. Oddziaływanie ładunków na człowieka może się ujawniać jako zagrożenie porażeniowe, występujące w chwili nagłego rozładowania w momencie dotknięcia do uziemionego metalowego przedmiotu, a także jako stres lub dyskomfort odczuwany przy długotrwałym przebywaniu w polu elektrostatycznym. Wyładowanie elektrostatyczne bywa także szkodliwe dla urządzeń (gdyż może spowodować nieodwracalne przepalenie półprzewodnikowych elementów w ich wnętrzu) oraz dla przetwarzanych surowców (ponieważ może prowadzić do zniszczeń i strat wskutek wypalenia partii materiałów). Natomiast należy wyraźnie zaakcentować realne zagrożenia dla ludzi (jak poparzenie, zatrucie, uraz mechaniczny czy utratę życia) związane z możliwością zainicjowania wybuchu i pożaru przez wyładowanie elektrostatyczne, gdy ma ono miejsce w strefie, gdzie występuje atmosfera wybuchowa. W szczególności strefy takie istnieją tam, gdzie ulatniają się palne gazy, paruje paliwo, rozpuszczalnik lub podobna substancja, bądź w powietrzu unosi się zawiesina pyłu powstałego np. w wyniku obróbki drewna czy przesypywania węgla, mąki, cukru, itp.

Innym zjawiskiem, niekoniecznie związanym z urządzeniami elektrycznymi, jest występowanie w przyrodzie **wyładowania atmosferycznego**, potocznie zwanego piorunem. Samo powstawanie zjawiska można wytłumaczyć elektryzowaniem się chmur, a przeskok iskry w powietrzu jest wynikiem rozładowania zgromadzonego ładunku. Obserwowany błysk jest wypromieniowaniem energii przez cząsteczki powietrza zjonizowanego wskutek wyładowania, a słyszalny huk jest rozchodzeniem się fali uderzeniowej. Uderzający piorun stwarza zagrożenia dwójakiego rodzaju:

- a) oprócz ewidentnego niebezpieczeństwa dla człowieka, który może zostać rażony w chwili przebywania w wyeksponowanym miejscu (w otwartej przestrzeni: na równinie lub na szczycie wzniesienia, na łodzi znajdującej się na akwenu wodnym, na dachu budynku lub na rusztowaniu, itd.), zagrożenie porażeniowe występuje również podczas dotknięcia do elementów obiektu budowlanego (zbrojonych ścian, stalowych słupów, metalowych rur i instalacji, maszyn) w chwili rozplywu prądu piorunowego, jak też przy przechodzeniu ponad umieszczonym w gruncie uziomem,
- b) silne i nagłe zaburzenie elektromagnetyczne indukuje we wszystkich nieopodal znajdujących się metalowych przedmiotach napięcie, które może zniszczyć czułe urządzenia elektryczne, zwłaszcza jeżeli wyposażone są w elementy półprzewodnikowe (mówimy wówczas o wystąpieniu przejściowego przepięcia).

Ponadto zagrożenie porażeniowe występuje także przy próbie ukrycia się przed burzą w pobliżu trafionego piorunem obiektu (np. drzewa, masztu, wieży), od którego może dojść do przeskoku iskry w powietrzu do ciała stojącego obok człowieka.

Wydzielanie się ciepła przy przepływie prądu piorunowego stwarza zagrożenie pożarowe (gdyż zapalić się mogą łatwopalne elementy budynku czy jego wyposażenie), a niekiedy także i wybuchowe.

Natomiast efekt, podobny do przepięcia pochodzenia atmosferycznego, bywa samoistnie generowany w urządzeniach elektrycznych wskutek zachodzenia w nich procesów łączeniowych, szczególnie przy przerywaniu prądów w obwodach o charakterze indukcyjnym.

Zagrożenia o innym charakterze są powodowane przez wydzielanie się **ciepła** w urządzeniach elektrycznych. Z oczywistym zagrożeniem poparzeniem mamy do czynienia wówczas, gdy występują elementy nagrzewające się do wysokich temperatur, jak źródło światła, element grzejny czajnika czy żelazka lub radiator zasilacza. Niebezpieczne też mogą być rozpryskiwane iskry, np. powstające podczas spawania. Są to jednak normalne stany, o których wiemy i których nawet podświadomie unikamy. Znacznie gorzej przedstawiają się natomiast sytuacje zagrożeniowe występujące w stanach anormalnych, których chwili nadejścia nie możemy przewidzieć, a które mogą być bardziej brzemienne w skutki.

Przede wszystkim należy wymienić tu wystąpienie **zwarcia**, czyli stanu, w którym dwa punkty w obwodzie urządzenia elektrycznego stykają się wskutek przypadkowego uszkodzenia izolacji. Jeżeli wcześniej pozostawały one pod różnymi potencjałami, a teraz zetkną się razem w sposób bezoporowy, to prąd zwarcia - który wówczas popłynie w sposób niekontrolowany – może mieć natężenie od kilku do nawet kilku tysięcy razy wyższe, niż prąd roboczy normalnie płynący.

Nietrudno stwierdzić, że przyrost temperatury tym spowodowany - jeżeli natychmiast nie spowoduje się wyłączenia - w krótkim czasie (może nawet pojedynczych sekund) rozżarzy żyły przewodu i zniszczy izolację, a zaraz też wywoła pożar. Jeżeli zaś w miejscu zwarcia istnieje pewien opór elektryczny, to spowolnimy wprawdzie proces nagrzewania się, lecz zapewne i tak po dłuższym czasie dojdzie również do pożaru.

Gdy izolacja przewodów stanowiących obwód nie jest przyczyną awarii, a mamy do czynienia z zawinionym przez człowieka nadmiernym obciążaniem urządzenia – to taki stan zazwyczaj nazywamy **przeciążeniem**. Ogólna wiedza mówi, że prąd roboczy płynący w przewodzie nagrzewa go i powoduje przyrost temperatury. Wprawdzie wydzielające się ciepło jest rozpraszane do otoczenia, jednakże jego bilans powoduje ustalenie się pewnej temperatury zarówno samego materiału przewodu, jak i jego izolacji. A im wyższa jest temperatura pracy tej izolacji, tym bardziej skracamy jej trwałość, co przekłada się na zmniejszenie poziomu bezpieczeństwa. Zatem eksploatując urządzenie musimy pamiętać, by nie przeciążać jego obwodów ponad granice dozwolone przez projektanta czy producenta – w szczególności poprzez:

- unikanie obciążania nadmiernym prądem – co może zdarzyć się wówczas, gdy np. stosujemy rozgałęźniki umożliwiające przyłączenie większej ilości odbiorników,

- dbanie o to, by nie było pogorszone oddawanie ciepła przez urządzenie – co z reguły występuje przykładowo wtedy, gdy przykrywa się dywanem (lub innym przedmiotem) przewód ułożony na podłodze, gdy użytkujemy przedłużacz w stanie zwiniętym na bębnie, gdy odbiornik energii (jak oprawę oświetleniową, kuchenkę, lodówkę, komputer czy telewizor) wstawia się w ciasną przestrzeń lub wbudowuje się w meble.

Naruszenie tych zasad doprowadzi zapewne do przegrzania skutkującego w najlepszym przypadku uszkodzeniem urządzenia, a w najgorszym – pożarem i jego konsekwencjami.

Podobnie, w urządzeniach celowo wydzielających ciepło (jak: ogrzewacze powietrza, podgrzewacze wody, różne maszyny i agregaty) wszelkie uszkodzenia regulatorów temperatury czy zakłócenia w odbieraniu ciepła (np. wskutek ustania ruchu czynnika lub jego braku) również mogą spowodować **przeegrzanie**, skutkujące dla człowieka zagrożeniem poparzeniem, a dla urządzeń i budynków - pożarem.

W przypadku stosowania urządzeń miejscowo wydzielających (wypromieniowujących) ciepło, a do takich należą np. niektóre źródła światła, należy mieć świadomość, iż zbyt bliskie umieszczenie oprawy oświetleniowej lub jej nieprawidłowa pozycja – mogą nadmiernie nagrzewać lub uszkadzać iluminowany przedmiot.

Oczywistym faktem jest, że wszelkie oznaki iskrzenia i żarzenia, zazwyczaj występujące w miejscu niewłaściwego styku elementów przewodzących prąd (np. wskutek oddziaływania korozji czy braku odpowiedniej konserwacji), również doprowadzą do pożaru.

Ze względu na fakt występowania w urządzeniach elektrycznych wielu różnych substancji, nierzadko szkodliwie oddziałujących na człowieka i środowisko lub nawet wręcz toksycznych, z coraz większą uwagą traktuje się zagrożenia o charakterze chemicznym. Jako przykład można podać elektrolit, występujący w ogniach (bateriach i akumulatorach) czy w kondensatorach, a mogący powodować oparzenia chemiczne. Szkodliwe też są metale ciężkie (jak rtęć, kadm, ołów) występujące w elementach urządzeń czy w źródłach światła oraz w różnych materiałach eksploatacyjnych do nich. Nie do końca jeszcze poznano oddziaływanie różnych substancji stosowanych w nowoczesnych technologiach, jak sześćiofluorku siarki służącego jako izolacyjny gaz do wypełniania małogabarytowych rozdzielnic. Natomiast przy budowie i podczas eksploatacji urządzeń szczególną uwagę zwraca się na zagrożenia zatruciem i oparzeniem chemicznym, do jakich może dojść przy spalaniu powszechnie stosowanych materiałów izolacyjnych, jak np. polichlorek winylu i inne tworzywa sztuczne. Mianowicie w chwili wystąpienia pożaru materiały te emitują znaczne ilości żrących i toksycznych gazów, a ponadto powodując zadymienie pomieszczeń - utrudniają ewakuację.

Innym rodzajem zagrożeń, jakie mogą pochodzić od urządzeń elektrycznych, są wszelkie urazy o charakterze mechanicznym – począwszy od skaleczeń ostrą krawędzią obudowy czy zmiążdżeniem wskutek spadania ciężkiego elementu, po rany szarpane wskutek pochwylenia, a także przekłucia czy ucięcia - jakie można odnieść przy maszynach napędzanych energią elektryczną. Definicja maszyny jest tu dość pojemna, gdyż obejmuje zarówno drobne elektronarzędzia, klasyczne maszyny stanowiące wyposażenie warsztatów, do skomplikowanych linii technologicznych w fabryce.

Należy też zwrócić uwagę na trudne do jednoznacznego przewidzenia skutki ewentualnych zaników napięcia zasilania czy niedostateczną jakość energii elektrycznej – gdyż te pozornie mało ważne aspekty mogą powodować zatrzymanie pracy ważnych urządzeń (np. pompowni dostarczających wodę czy odprowadzających ścieki, sprzętu informatycznego i telekomunikacyjnego, urządzeń elektromedycznych, oświetlenia i urządzeń przeciwpożarowych w budynkach) skutkujące niepowetowanymi stratami. W skali lokalnej awarie poszczególnych obwodów mogą oznaczać np. trudności w sterowaniu odbiornikami czy niemożliwość poprawnego zatrzymania napędów w maszynach.

Zrozumiałym jest, że nie jest możliwe podanie tu wyczerpującej listy zagrożeń i zapewne przy niektórych urządzeniach mogą pojawiać się też inne, zależne od specyfiki budowy czy warunków eksploatacyjnych. Należy zatem pamiętać, by analizę przeprowadzać wnikliwie i nie pominąć żadnego ze zidentyfikowanych zagrożeń. Każdorazowo jednak należy brać pod uwagę charakter zagrożenia (oczywiste, prawdopodobne, domniemywane) i jego występowanie (utrzymujące się stale, okresowo pojawiające się, mogące nagle zaistnieć) oraz liczbę i kwalifikacje narażonych osób (przeszkolony operator obsługujący urządzenie, naprawiający je wykwalifikowany konserwator, osoba postronna nieświadoma niebezpieczeństwa).

Zjawisko porażenie prądem elektrycznym

DZIAŁANIE PRĄDU ELEKTRYCZNEGO NA ORGANIZM CZŁOWIEKA MOŻE BYĆ:

bezpośrednie: gdy przez ciało człowieka przepływa prąd elektryczny, to powodować może:

- zakłócenie działania układu nerwowego, co może objawiać się:
 - skurczami mięśni,
 - zatrzymaniem oddechu,
 - migotaniem komór serca,
 - zaburzeniami krążenia krwi,
- oparzenia wewnętrzne i zewnętrzne.

pośrednie: które powstaje bez przepływu prądu przez organizm człowieka, np. uszkodzenie wzroku poprzez działanie łuku elektrycznego.

OBJAWY DZIAŁANIA PRĄDU ELEKTRYCZNEGO O CZĘSTOTLIWOŚCI 50 - 60 Hz NA CZŁOWIEKA

Wartość prądu [mA]	Czas działania prądu	Objawy	Prawdopodobieństwo śmiertelnego porażenia
0 - 1	nieokreślony	Prąd niewyczuwalny	mało prawdopodobne
do 15	nieokreślony	W miarę wzrostu natężenia prądu coraz silniejsze skurcze mięśni palców i ramion, aż do objawów bólu, trudność samowolnienia się	
15 - 30	minuty	Silny skurcz ramion, utrudniony oddech, wzrost ciśnienia krwi, granice wytrzymałości	
30-50	do 1 minuty	Nieregularna praca serca, bardzo silne skurcze mięśni, utrata przytomności, przy dłuższym czasie migotanie komór serca	
50 - kilkaset	powyżej jednego cyklu pracy serca - ok. 0,75 s	Migotanie komór serca, zaburzenia systemu nerwowego, utrata przytomności	
ponad kilkaset	powyżej jednego cyklu pracy serca	Powtarzające się zatrzymania pracy serca, utrata przytomności, oparzenia	niebezpieczeństwo utraty życia

Należy zwrócić uwagę, że ciężkość tzw. skutków patofizjologicznych jest zależna od wartości natężenia prądu rażeniowego, ale także i jego rodzaju (przemienny, stały, impulsowy). Ponadto z reguły im większą częścią ciała przepływa prąd, tym skutki są bardziej brzemiennie, a najgorsze zdecydowanie wówczas, gdy dotknięta jest okolica serca – czyli w praktyce są to wypadki z udziałem lewej ręki.

Innym istotnym czynnikiem jest stan psychofizyczny człowieka w chwili wypadku i tu ujawnia się silny wpływ obecności wilgoci czy wody na naskórek – obserwacje prowadzą do stwierdzeń, że im bardziej jest on wilgotny, tym mniejszy opór stawia prądowi, a zatem gwałtownie maleją szanse ofiary. Podobny wpływ mają okoliczności powodujące spocenie się ciała, jak wysiłek fizyczny, stres, praca w nienaturalnie wymuszonej pozycji, czy też odparowywanie przez skórę spożytego alkoholu.

Innym czynnikiem pogarszającym sytuację osoby rażonej prądem jest obecność metalowych uziemionych mas, które mogą być dotykane albo ściskane w rękach.

Zapewnienie bezpieczeństwa przy urządzeniach elektrycznych

Dzisiejsza wiedza o zagrożeniach pochodzących od urządzeń elektrycznych każe nam bardzo rygorystycznie patrzeć na problematykę szeroko rozumianego bezpieczeństwa, co znajduje odbicie w aktualnych przepisach dotyczących zasad budowy tych urządzeń i reguł postępowania z nimi. Współczesna europejska filozofia zapewnienia bezpieczeństwa - mająca zastosowanie zarówno w relacjach pomiędzy przedsiębiorcą (będącym pracodawcą) a pracownikami, ale także dotycząca różnych innych spotykanych w życiu sytuacji, czyli w domu, w szkole czy w gospodarstwie rolnym – nakreśla konkretne zadania dla zapewnienia bezpieczeństwa w odniesieniu do człowieka, posiadanego przez niego mienia i środowiska, w którym żyje. Mianowicie osoba odpowiedzialna za opracowanie konstrukcji urządzenia oraz wytwarzająca je czy montująca ma obowiązek bezwzględnego przestrzegania zasad podanych w przepisach, uwzględniając przy tym konieczność odpowiedniego zapobiegania wszystkim występującym czy domniemywanym zagrożeniom. I tak projektant, wznosząc obiekt budowlany i planując jego instalacje (w tym elektryczną) i wyposażenie (np. maszyny), musi spełnić surowe wymagania, zwane podstawowymi, zapewniające m.in. bezpieczeństwo z punktu widzenia elektrycznego (tzn. ochronę od porażeń i łuku elektrycznego, oddziaływania elektrostatycznego, wyładowań atmosferycznych i przepięć), ale także i ochronę przed pożarem i innymi możliwymi zagrożeniami. Stosować przy tym może wyłącznie materiały dopuszczone do obrotu i zastosowania w budownictwie. Natomiast przedsiębiorca będący producentem (lub importerem czy dystrybutorem) wyrobów - mogących stanowić samodzielny towar lub przydatnych do zastosowania w budynku - musi zapewnić, że nie stwarzają one zagrożeń i spełniają ostre wymagania, zazwyczaj zwane zasadniczymi.

Zazwyczaj droga do osiągnięcia tego celu wiedzie przez skomplikowane procedury, np. ocenę ryzyka, a niekiedy konieczne jest skorzystanie ze współpracy z instytucjami takimi, jak laboratoria czy jednostki notyfikowane. W przypadku każdego obiektu technicznego - a obiekty budowlane i ich instalacje elektryczne oraz wyroby przemysłu elektrotechnicznego się do nich zaliczają – konieczne działania zmierzające do zapewnienia bezpieczeństwa obejmują przede wszystkim zastosowanie rozwiązań technicznych (przed organizacyjnymi). Podobnie, priorytetowo traktuje się zapewnienie bezpieczeństwa grupowego - nad rozwiązaniami organizacyjnymi. Zarówno w przypadku wznoszenia czy remontu obiektu budowlanego, jak i przy wytwarzaniu czy tylko dystrybucji wyrobów, osoba podejmująca się tego musi mieć świadomość cięższej na niej odpowiedzialności oraz sankcji karnych grożących za ewentualne niedopełnienie wymagań, zwłaszcza gdy doszłoby do wypadku. Oznacza to w praktyce zakaz budowania dziś we własnym zakresie jakichkolwiek urządzeń elektrycznych i dyskwalifikuje niegdyś popularne ich wykonania przez amatorów czy tzw. systemem gospodarczym.

Także strona będąca właścicielem czy użytkownikiem obiektu technicznego ma nałożone ścisłe obowiązki w kwestii zapewnienia bezpieczeństwa. Przed wszystkim dotyczą one zastosowania tych wszystkich konkretnych rozwiązań, technicznych i organizacyjnych, które przewidział projektant czy producent urządzenia i zawarł w dostarczonej dokumentacji (co już jest wystarczającym argumentem, by zdyskwalifikować urządzenie nie mające takiej dokumentacji). Mogą to być przykładowo wskazania co do zastosowanych osłon, blokad, aparatów zabezpieczających, czy choćby zwykłe elementy zapewniających uziemienie (jak obecność styku ochronnego w ściennym gnieździe wtykowym). Poza tym użytkownik, jeżeli sformułowano taki wymóg, musi powierzyć instalowanie, użytkowanie i serwisowanie personelowi o wskazanych kwalifikacjach. Gdy projektant/producent to przewidział, to użytkownik musi zapewnić stosowanie wskazanego sprzętu, narzędzi i środków ochrony indywidualnej (np. rękawic).

Osobnym zagadnieniem jest poddawanie każdego urządzenia elektrycznego, jak wszystkich obiektów technicznych, wymaganym przeglądom, kontrolom i badaniom – po to, by upewnić się o poprawności wykonania czy montażu oraz o właściwym stanie technicznym, rozumianym jako zachowanie założonej skuteczności wszystkich rozwiązań (technicznych i organizacyjnych) przewidzianych dla zapewnienia bezpieczeństwa. Oznacza to, że każde urządzenie musi być poddane zarówno badaniom pomontażowym (po złożeniu, po remoncie), jak i okresowym badaniom w trakcie eksploatacji.

Rozwiązania techniczne dla zapewnienia bezpieczeństwa przy urządzeniach elektrycznych

Ochrona przed porażeniem

Urządzenia elektryczne, w zależności od napięcia pod jakim pracują, tradycyjnie dzieli się na :

- niskonapięciowe – czyli do poziomu 1000 V prądu przemiennego i 1500 V prądu stałego,
- wysokonapięciowe – pracujące powyżej tego zakresu.

Podział taki podyktowany jest przede wszystkim względami bezpieczeństwa, gdyż im wyższy poziom napięcia, tym z reguły cięższe są skutki patofizjologiczne w przypadku oddziaływania prądu rażeniowego na ciało człowieka. Ponadto im wyższy poziom napięcia, tym większy odstęp bezpieczeństwa należy zachować od niebezpiecznej części czynnej, by nie spowodować przeskoku łuku w powietrzu przy nadmiernym zbliżeniu się do urządzenia. A zatem w praktyce urządzenia wysokiego napięcia buduje się tak, by były zamknięte w strefie dostępnej tylko dla wykwalifikowanego personelu albo umieszcza się na wysokości normalnie niedostępnej dla osób postronnych.

Natomiast urządzenia niskiego napięcia mogą być użytkowane przez nieelektryków, pod warunkiem, że nie będą poddawane demontażowi i modyfikacjom.

W dużym uproszczeniu można też założyć, że przy zasilaniu urządzeń tzw. bardzo niskim napięciem (oznaczanym skrótami SELV i PELV), czyli nieprzekraczającym poziomu 50 V (dla prądu przemiennego) i 120 V (dla prądu stałego) zazwyczaj nie dochodzi do groźnych skutków patofizjologicznych, dlatego elektrycy określają je terminem napięcia długotrwale dopuszczalnego. Zaznaczyć tu należy, że przy występowaniu wilgoci wartości te powinno się zmniejszyć do połowy, czyli do 25 V i 60 V. Jeżeli natomiast mamy do czynienia z zanurzeniem znacznej części ciała człowieka w wodzie – nie powinny one przekraczać poziomu odpowiednio 12 V i 30 V. W praktyce takie urządzenia na małą skalę chętnie stosuje się tam, gdzie zachodzi szczególna potrzeba zapobiegania zjawisku porażenia prądem. Wśród takich zastosowań wymienić należy np. zabawki i urządzenia udostępniane dzieciom, ale także rozmaite odbiorniki wykorzystywane w warunkach, w których człowiek byłby szczególnie narażony na skutki porażenia z racji pracy w ciasnym, przewodzącym czy wilgotnym środowisku, tzn. przy wykonywaniu remontów turbin, rurociągów, hydroforni, itp. Ponieważ przy takim poziomie napięć pracują też rozmaite sieci teletechniczne (telefoniczne, informatyczne, sygnalizacji pożarowej, itp.), więc przyjąć można, że nie stwarzają one istotnych zagrożeń.

W odniesieniu do wszystkich urządzeń pracujących pod napięciami z poziomów powyżej zakresu napięć dopuszczalnych długotrwale, z racji oczywistego zagrożenia porażeniowego jakie stwarzają, przepisy narzucają konieczność zastosowania rozwiązań technicznych ogólnie zwanych ochroną przeciwporażeniową. Takimi urządzeniami są w szczególności:

- generatory (w elektrowniach, w agregatach prądotwórczych) i inne urządzenia wytwarzające elektryczność, np. zasilacze gwarantowane (bezprzerwowe), czyli tzw. UPS-y,
- sieci przesyłowe różnych napięć, funkcji i konstrukcji (napowietrzne i kablowe),
- stacje transformatorowe i rozdzielcze, a także podstacje trakcyjne i inne,
- dławiki, kondensatory i podobne urządzenia,
- rozmaite instalacje w obiektach budowlanych, a także instalacje tymczasowe, np. na placu budowy, w miejscu prowadzenia robót w terenie, na wystawach/targach, na imprezach plenerowych, itp.,
- szeroki asortyment odbiorników – jako urządzeń przetwarzających elektryczność w inne formy energii, np. ciepło, ruch, światło, ale także w energię elektryczną (jak prostowniki czy falowniki),
- przedłużacze, rozgałęźniki i podobny osprzęt.

Wymienione urządzenia, dla uproszczenia, zwać się będą elektroenergetycznymi.

Podstawowa zasada ochrony przed porażeniem wymaga, by w każdym współczesnym urządzeniu elektroenergetycznym zastosować niezależne środki:

- tzw. ochronę podstawową (czyli ochronę przed dotykiem bezpośrednim) – jako rozwiązanie uniemożliwiające fizycznie dotknięcie do niebezpiecznej części czynnej,
- tzw. ochronę dodatkową (czyli ochronę przy dotyku pośrednim, zwaną także ochroną przy uszkodzeniu) – jako rozwiązania zapewniające, by dostępne części przewodzące (czyli np. obudowy urządzeń czy ich inne metalowe elementy mogące być dotykane) nie były niebezpieczne ani w czasie normalnej pracy, ani też przy wystąpieniu pojedynczego uszkodzenia (np. zniszczenia, przebicia czy przepalenia izolacji).

Wyjątkowo można zastosować pojedynczy środek, choć przewymiarowany na tyle, by był równie niezawodny jak dwa niezależne wyżej opisane.

Ochronę podstawową w praktyce realizuje się pokrywając części czynne warstwą izolacji, naniesiona fabrycznie i możliwą do usunięcia tylko poprzez zniszczenie. Izolacja zawsze musi być odporna na narażenia, jakie mogą wystąpić w eksploatacji. Tam, gdzie izolacja ma być usunięta, należy zastosować obudowę czy osłonę, która musi być odpowiednio wytrzymała, a poza tym:

- ma zapewniać ochronę przed wnikaniem ciał obcych i wody do jej wnętrza, a zatem powinna być starannie dobrana do rzeczywistych warunków środowiskowych,
- jej konstrukcja nie powinna pozostawiać osobom postronnym możliwości dostawania się do niebezpiecznych części czynnych, zatem wymaga się zamknięcia na klucz lub narzędzie, albo uprzedniego odłączenia napięcia przed otwarciem, albo zastosowania osłony otwieranej wprawdzie ręką, ale zdejmowanej przy użyciu klucza lub narzędzia. Ponadto w strefach/pomieszczenia ruchu elektrycznego, dostępnych tylko dla uprawnionego i upoważnionego personelu, dopuszcza się, by stosowane były bariery czy umieszczenie poza zasięgiem ręki.

Ochrona dodatkowa, dawniej nie zawsze stosowana, dziś jest obligatoryjna we wszystkich urządzeniach. Jej rozwiązania praktyczne obejmują w szczególności środki takie, jak:

- a) samoczynne wyłączenie zasilania - czyli odpowiednie skoordynowanie elementów układu zasilania, gdzie spowodowane uszkodzeniem izolacji zwarcie doziemne (mogące skutkować wystąpieniem napięcia dotykowego na obudowie urządzenia, prowadzącego do porażenia) zostaje wykryte i wyłączone przez aparat zabezpieczający; aparatem tym może być zabezpieczenie nadmiarowoprądowe (np. bezpiecznik topikowy, wyłącznik reagujący na wzrost wartości prądu) lub różnicowoprądowe (np. wyłącznik reagujący na upływ prądu z obwodu do ziemi); dla poprawnego funkcjonowania środka ochrony konieczne jest doprowadzenie

- uziemionego przewodu ochronnego do każdej części przewodzącej, natomiast przerwanie lub nieciągłość tego przewodu natychmiastowo grozi porażeniem; uzupełnieniem środka ochrony, wydatnie podnoszącym jego skuteczność, jest zapewnienie ekwipotencjalizacji;
- b) zastosowanie urządzenia o izolacji podwójnej (lub wzmocnionej), czyli wykorzystanie urządzenia o tzw. II klasie ochronności (oznaczonego obowiązkowo symbolem dwóch współśrodkowych kwadratów) – zbudowanego tak, by oprócz izolacji roboczej miało ono drugą warstwę izolacji (np. obudowę z tworzywa sztucznego) niepodatną na zniszczenie podczas normalnej eksploatacji,
 - c) separacja elektryczna – polegająca na zasilaniu chronionego odbiornika tak, by źródło energii (transformator, przetwornica) oddzielało go galwanicznie od obwodu zasilającego i od ziemi; dla poprawnego funkcjonowania środka ochrony konieczne jest zapewnienie, by nie doszło do uszkodzenia izolacji odseparowanego obwodu, a zatem, obwód ten powinien być jak najkrótszy; aktualnie w obiektach budowlanych zasilanie więcej niż jednego odbiornika ze źródła zastrzeżone jest dla wykwalifikowanego personelu i wymaga zastosowania pewnych obostrzeń.

Szczególną rangę w ochronie przed porażeniem ma wymieniona wcześniej ekwipotencjalizacja, czyli wyrównanie potencjałów pomiędzy wszystkimi metalowymi przedmiotami, których człowiek mógłby dotknąć jednocześnie. Przedmiotami tymi mogą być przewodzące części dostępne urządzeń (czyli np. obudowa rozdzielnic czy odbiornika, korpus maszyny, radiatory silnika, rurka grzałki w czajniku, metalowe wtyczki i gniazda, itp.) oraz przewodzące części obce (czyli np. metalowe rury i grzejniki, konstrukcje wsporcze, podesty i elementy budynku) mające zwykle potencjał ziemi. Wymaga się, by w najniższej kondygnacji każdego zelektryfikowanego budynku stosować główne połączenie wyrównawcze, łączące pomiędzy sobą przewody ochronne, dostępne uziomy, metalowe instalacje i elementy konstrukcyjne. Ponadto w pomieszczeniach, w których z powodu występującej wilgoci czy wody (np. w łazienkach, kuchniach, pralniach, itp.) człowiek jest szczególnie narażony na porażenie, instaluje się miejscowe połączenia wyrównawcze. W innych miejscach, w których może wystąpić niebezpieczne napięcie dotykowe w chwili wystąpienia uszkodzenia czy w wyniku rozplywu prądów błędzących (np. w chwili uderzenia pioruna), wskazane jest również wyrównywanie potencjałów, jednakże sytuacja każdorazowo wymaga szczegółowej analizy.

Dla zabezpieczenia przed łukiem elektrycznym, coraz powszechniej stosuje się pełne metalowe obudowy urządzeń oraz zastępuje się otwarte podstawy bezpiecznikowe rozłącznikami bezpiecznikowymi o różnej konstrukcji. Jednakże przede wszystkim odpowiednia troska o urządzenia, eksploataowanie ich zgodnie z zasadami bezpieczeństwa, poprawne stosowanie zabezpieczeń, eliminowanie elementów o zużytej czy uszkodzonej izolacji, niedopuszczanie do przebiegów, itp. – są środkami profilaktycznymi chroniącymi przed zainicjowaniem łuku.

Ochrona przed elektryzowaniem się przedmiotów i szkodliwym wyładowaniem elektrostatycznym zazwyczaj wymaga kompleksowego podejścia na etapie projektowania obiektu budowlanego, jego instalacji, wyposażenia i procesów technologicznych. Typowe rozwiązania techniczne, to zapewnienie ekwipotencjalizacji i uziemienia urządzeń, staranny dobór materiałów (np. wykładzin i mebli) i wyposażenia technologicznego (np. narzędzi) oraz nawilżanie i jonizacja powietrza. Rozwiązaniami z pogranicza techniki i organizacji są takie środki, jak np. zamiana przetwarzanych surowców na mniej elektryzujące się, spowolnienie wzajemnego ruchu czy zapewnienie stosowania przez pracowników odzieży/obuwia wykonanych z naturalnych surowców.

W przypadku ochrony przed oddziaływaniem wyładowań atmosferycznych, dzisiejszy stan wiedzy nakazuje, by kompleksowo traktować ochronę odgromową i przeciwprzebieciową, rozplanowując ją na etapie projektowania obiektu budowlanego, jego instalacji i wyposażenia. Elementami ochrony odgromowej są naturalne lub sztuczne części budynki przejmujące wyładowanie (blaszane pokrycie dachu, zwody sztuczne na dachu i nad kominami), przewody odprowadzające i uziemiające (stalowe słupy lub metalowe zbrojenie, przewody umocowane na elewacji) oraz – jako uziomy - zbrojenie fundamentów lub metalowe elementy celowo umieszczone w gruncie (układane poziomo lub pogrążane pionowo). Istotną rolę odgrywa ekwipotencjalizacja. Natomiast ochrona przed przebieciami polega na zainstalowaniu - w liniach elektroenergetycznych oraz w torach sygnałowych doprowadzanych do urządzeń wewnątrz budynku – kaskady odpowiednio dobranych i rozmieszczonych ochronników wytłumiających przebiecia.

Podstawowymi rozwiązaniami technicznymi, chroniącymi przed zagrożeniami powstającymi wskutek wydzielania się ciepła, są:

- odpowiedni dobór elementów (obciążalności kabli i ich ułożenia, silników elektrycznych) i ich montaż (z zachowaniem odległości pozwalających na swobodne rozpraszanie ciepła),
- zastosowanie odpowiednich aparatów zabezpieczających przed zwarcieniem i przeciążeniem (tzn. bezpieczników topikowych, wyłączników nadmiarowych i różnicowoprądowych, przekaźników termicznych) oraz przed przegrzaniem (np. termostatów, ograniczników temperatury),
- zabezpieczenie przed powstaniem pożaru lub ograniczenie jego skutków, np. poprzez stosowanie odpowiednich (np. niepalnych) materiałów izolacyjnych, gradzi na granicach stref pożarowych w budynkach, drzwi i przegrody o odpowiedniej odporności ogniowej, itd.

Istotną rolę odgrywa odpowiednie wyposażenie budynku w urządzenia przeciwpożarowe oraz zaplanowanie warunków ewentualnej ewakuacji. Natomiast wiele rozwiązań organizacyjnych zależy bezpośrednio od racjonalnych zachowań użytkowników oraz od nadzoru na poprawną eksploatacją urządzeń elektroenergetycznych.

Ochrona przed zagrożeniami o charakterze mechanicznym polega głównie na eliminowaniu przez producenta/wykonawcę możliwości wystąpienia urazów, zarówno w normalnych warunkach stosowania urządzenia, jak i w stanach anormalnych. Uzyskuje się to poprzez odpowiednie wykonanie elementów urządzenia, tzn. by nie występowały w nim ostre krawędzie, nie tworzyły się miejsca będące pułapkami czy nie spadały/opadały przedmioty o znacznej masie. W przypadku urządzeń będących maszynami (czyli wyposażonych w ruchome elementy, jak: wirnik silnika, przekładnie, narzędzia, pompy), narzuca się dziś bardzo ostre wymagania bezpieczeństwa dotyczące budowy ich wyposażenia elektrycznego i niezawodności układu sterowania – za których spełnienie odpowiada producent wyrobu i integrator linii technologicznej. Zwrócić należy uwagę, że:

- maszyna musi być odpowiednio dobrana do przewidywanego zastosowania i warunków środowiskowych,
- uruchomienie jej napędów powinno mieć miejsce tylko przy celowym działaniu operatora na odpowiedni element sterowniczy,
- maszyna powinna mieć urządzenie do roboczego zatrzymywania, a jeżeli jest taka potrzeba – to także urządzenie do zatrzymywania awaryjnego,
- odłączenie jej od zasilania powinien zapewniać odpowiedni rozłącznik izolacyjny (lub ewentualnie wtyczka wyjęta z gniazda i pozostająca pod nadzorem).

Warto zwrócić uwagę, że obowiązujące od 1994 r. przepisy wymagają, by w instalacjach elektrycznych nowych i remontowanych obiektów budowlanych stosować:

- osobny przewód ochronny (niezależnie od przewodu neutralnego),
- nadmiarowe wyłączniki instalacyjne (zamiast dawniej stosowanych bezpieczników topikowych) do zabezpieczenia obwodów odbiorczych (końcowych),
- wyłączniki różnicowoprądowe lub urządzenia o podobnej skuteczności,
- ochronniki przeciwprzebiegowe.

Praktyczne zasady bezpieczeństwa przy użytkowaniu urządzeń elektrycznych

W CELU UNIKNIĘCIA NIEBEZPIECZEŃSTWA PORAŻENIA PRĄDEM ELEKTRYCZNYM NALEŻY PRZESTRZEGAĆ PODSTAWOWYCH ZASAD BEZPIECZEŃSTWA:

1. Przed użyciem dowolnego urządzenia elektrycznego zawsze należy sprawdzić, czy jego obudowa lub przewód zasilający nie są uszkodzone.
2. Nigdy nie wolno dotykać nieizolowanych przewodów, które są pod napięciem, a także zbliżać się do nich.
3. Zawsze przed podłączeniem urządzenia do sieci zasilającej trzeba sprawdzić, czy wtyczka przewodu zasilającego jest dostosowana do gniazda wtykowego (czy jest z bolcem czy bez).
4. Nie wolno samodzielnie budować urządzeń ani modyfikować istniejących.
5. W każdym przypadku uszkodzenia urządzenia elektrycznego, podczas jego użytkowania, należy odłączyć je spod napięcia.
6. Osoby, które nie mają odpowiednich kwalifikacji, nie mogą wykonywać napraw i badań urządzeń elektrycznych.
7. Obecność lub brak napięcia, np. w gnieździe wtykowym, sprawdzamy tylko za pomocą odpowiedniego wskaźnika napięcia.
8. Nigdy nie wolno zdejmować obudowy sprzętu elektrycznego przed odłączeniem go od zasilania.
9. Nigdy nie wolno używać zawilgoconego sprzętu elektrycznego i urządzeń elektrycznych.
10. W żadnym wypadku nie wolno korzystać z urządzeń elektrycznych, zażywając kąpieli w wannie lub pod prysznicem. Grozi to śmiertelnym porażeniem prądem elektrycznym, gdyż woda przewodzi prąd.
11. Nie dopuszczać, aby dzieci manipulowały przy gniazdach wtyczkowych i bawiły się urządzeniami elektrycznymi.
12. Jeśli chcesz bezpiecznie wymienić żarówkę - wyłącz bezpiecznik.
13. Nie zostawiaj bez nadzoru urządzeń grzejnych, takich jak: żelazko, grzałka, piecyk elektryczny, gdyż mogą być one źródłem pożaru.

ZASADY RATOWANIA OSÓB PORAŻONYCH PRĄDEM ELEKTRYCZNYM

W przypadku porażenia prądem elektrycznym szansa uratowania życia zależy od szybkości i sprawności działania i dlatego należy działać:

- SZYBKO** - nie tracić czasu na przyglądanie się porażonemu lub poszukiwanie osób mogących pomóc, czy na inne zbędne czynności,
- SPRAWNIE** - wykonywać tylko czynności zamierzone i celowe,
- SPOKOJNIE** - nie wpadać w panikę.

Najważniejszą czynnością przy ratowaniu osoby porażonej jest uwolnienie jej od działania prądu elektrycznego (spod napięcia).

Uwolnienie porażonego spod działania prądu i rozpoczęcie akcji ratowniczej powinno nastąpić jak najszybciej, ponieważ w miarę upływu czasu szanse na uratowanie szybko maleją i tak:

- w pierwszej minucie po porażeniu istnieje 98% szans uratowania życia,
- po 3 minutach -72%,
- po 5 minutach -25%,
- po 8 minutach -5%.

Jeżeli w pobliżu nie ma innej osoby, należy samemu przystąpić do uwolnienia porażonego spod działania napięcia i jednocześnie wzywać pomocy, a następnie rozpocząć akcję ratowniczą. Jeżeli w pobliżu są inne osoby, to za ich pośrednictwem należy wezwać pomoc lekarską.

UWALNIANIE PORAŻONEGO SPOD DZIAŁANIA PRĄDU ELEKTRYCZNEGO O NAPIĘCIU DO 1 kV

Porażonego należy natychmiast uwolnić spod działania prądu elektrycznego

Uwolnienia porażonego spod działania prądu elektrycznego należy dokonać jedną z metod:

- **przez wyłączenie napięcia** obwodu elektrycznego, na którym doszło do porażenia, np. za pomocą wyłącznika, wyciągnięcia wtyczki z gniazdka lub wykręcając bezpieczniki (upewniając się, że wyłączamy właściwy obwód),
- **przez odciążenie** porażonego od urządzeń będących pod napięciem.

Ten sposób może mieć miejsce dopiero po stwierdzeniu, że wyłączenie napięcia jest niemożliwe lub że trwałoby za długo.

Podczas odciągania porażonego nie wolno zapomnieć o bezwzględnym zakazie dotykania gołymi rękami ciała porażonego.

Porażonego można odciągnąć, chwytając go, a następnie ciągnąc za luźne części jego odzieży lub też odsuwając go spod napięcia przy użyciu dowolnego przedmiotu wykonanego z materiału izolacyjnego, np. suchej deski, drewnianej rękojeści łopaty.

Bezpośrednio po uwolnieniu porażonego spod napięcia należy:

- wykonać szybkie badanie wstępne, żeby ocenić stan porażonego:
 - **czy ma świadomość** (przytomny lub nieprzytomny),
 - **czy oddycha i jak oddycha** (zwolniony lub przyspieszony oddech świadczy o złym stanie porażonego - norma 10...24 oddechy/na minutę),
 - **czy pracuje serce i zachowana jest wydolność krążenia** (przez bezpośrednie osłuchanie okolicy serca na klatce piersiowej oraz zbadanie tętna na tętnicy szyjnej),
- zdecydować, jaki ma być zakres doraźnej pomocy i sposób jej udzielenia.

LITERATURA:

1. Elektrotechnika i elektronika dla nieelektryków. Wyd. 6, WNT, Warszawa, 2004
2. Jabłoński W.: Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenerget. niskiego i wysokiego napięcia. WNT, Warszawa, 2008
3. Markiewicz H.: Instalacje elektryczne. Wyd. 8 zm., WNT, Warszawa, 2008
4. Markowska R., Sowa A.: Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. DW Medium, Warszawa, 2009
5. Strojny J., Strzałka J.: Bezpieczeństwo eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych. Tarbonus, Kraków-Tarnobrzeg, 2010

PYTANIA KONTROLNE

1. Co to jest porażenie elektryczne i kiedy ma miejsce?
2. Jakie są zagrożenia od urządzeń elektrycznych?
3. Co może być przyczyną porażenia i oparzenia prądem elektrycznym?
4. Jakie może być działanie prądu elektrycznego na organizm ludzki?
5. Podaj, jakie stosuje się ochrony od porażenia prądem elektrycznym.
6. Wymień podstawowe zasady bezpieczeństwa stosowane w celu uniknięcia niebezpieczeństwa porażenia prądem elektrycznym.
7. Jak należy działać przy ratowaniu osób porażonych prądem elektrycznym?
8. Podaj metody uwalniania porażonego spod działania prądu elektrycznego.
9. Jakie czynności należy wykonać bezpośrednio po uwolnieniu porażonego spod działania prądu elektrycznego?

Propozycje ćwiczeń

1. Zapoznaj się z fotografiami urządzeń lub ich elementów, które są uszkodzone lub niekompletne, albo w przypadku eksploatacji których dopuszczono do istotnych zaniedbań:

- a) latarnia, w której brakującą pokrywę wnęki z bezpiecznikiem zastąpiono przypadkowym materiałem, nie zakrywającym całkowicie dostępu do wnętrza
- b) skrzynka bezpiecznikowa, z której odpadła pokrywa i nie ma żadnego zabezpieczenia przed możliwym dotknięciem do listwy zaciskowej i bezpiecznika topikowego (które zapewne są pod niebezpiecznym napięciem)
- c) oprawa oświetleniowa w podziemnym tunelu, na którą kapie woda powodująca korozję metalowych elementów i odsłonięcie części czynnych oraz stwarza możliwość wyniesienia potencjału niebezpiecznych części czynnych
- d) wrota do komory transformatorowej, które nie są zamknięte na kłódkę
- e) drzwiczki skrzynki bezpiecznikowej w stacji transformatorowej, które pozostawiono niezamknięte, by w przyszłości nie utrudniać naprawy bezpiecznika w jej wnętrzu

Czy podobnie zaniedbane urządzenia lub elementy znalazłby się gdzieś w twoim otoczeniu? Jeżeli tak, to zrób ich zdjęcie i porównaj z przedstawionym, po czym zastanów się i powiedz, czym mogą grozić podobne niezgodności czy niedociągnięcia. Zastanów się także, jakie kroki należałoby niezwłocznie podjąć, by zapobiec grożącemu niebezpieczeństwu. Jakie - twoim zdaniem - działania edukacyjne byłyby skuteczne, by nie dochodziło do takich sytuacji?

2. Na przykładzie podanych fotografii, przedstawiających parami urządzenia „dobre” i „złe”, znajdź i opisz szczegóły istotny z punktu widzenia bezpieczeństwa elektrycznego, którymi się one różnią:

- a) skrzynka zasilająca oświetlenie na ulicy (uszkodzona obudowa)
- b) rozdzielnica budowlana (niezamknięte drzwiczki w zdezelowanej obudowie)
- c) latarnia uliczna (spadająca oprawa oświetleniowa)
- d) żeliwna skrzynka bezpiecznikowa (wnikanie wody deszczowej przez nieszczelną pokrywę)
- e) wielofunkcyjny robot kuchenny (skaleczenie ostrą krawędzią noża)

3. Konkurs: Dobrze czy źle?

A jeżeli źle, to dlaczego? Jakie mogą być konsekwencje?

Obejrzyj przedstawione fotografie i zastanów się na poprawnością przytoczonych argumentów oraz spróbuj odpowiedzieć na postawione pytania:

- we wnęce muru istniała niegdyś tablica bezpiecznikowa oświetlenia ulicy, jednakże wandalę zniszczyli ją i zabrali drzwiczki. Dla zapobieżeniu niebezpieczeństwu zasłonięto ją ogrodzeniem z prętów. Czy postąpiono słusznie? Czy została odpowiednio zabezpieczona? Jeżeli nie, to jakie zagrożenia nadal istnieją?
- na czas malowania klatki schodowej odjęto przyciski dzwonka do mieszkań, pozostawiając przyłączone przewody. Czy rzeczywiście nie ma żadnego zagrożenia? Co się stanie, gdy malarz dotknie wilgotnym pędzlem zacisków pozostających pod niebezpiecznym napięciem?
- na fotografii widać brakującą pokrywę tabliczki zaciskowej w latarni. Czy słusznie postąpiono pozostawiając ten stan aż do naprawy planowanej na wiosnę? Czy zalegający śnieg rzeczywiście uniemożliwia dzieciom zbliżenie się i dotknięcie ręką do elementów listwy zaciskowej?
- podczas remontu budynku wymieniono metalowe rury na wykonane z tworzywa izolacyjnego. Przy tym odłączono od nich metalową taśmę („bednarkę”) stosowaną dla wyrównania potencjałów w instalacji elektrycznej budynku. O tej jej funkcji świadczy malowanie jej powierzchni kombinacją barw żółtej i zielonej. Czy przy wymianie rur postąpiono rozsądnie? Jakie będą konsekwencje tego faktu dla funkcjonowania urządzeń elektrycznych? Czym grozi dotknięcie przez człowieka do bednarki, gdy pozostaje ona odłączona od rur?
- w lampie stojącej wymieniono żarówkę na taką, która miała zbyt dużą moc i wkrótce spowodowało to nadpalenie plastikowego abażuru. Czy rzeczywiście nic się nie stało? A co byłoby, gdyby ten abażur po chwili zaczął płonąć? Czy wiesz, że w typowym mieszkaniu pożar tak wywołany rozprzestrzeni się w jedną minutę, a najdłużej w kilka minut?
- stalowy maszt latarni przerdzewiał wskutek wilgoci i stosowania w zimie soli do zwalczania śliskości chodnika. Czy rzeczywiście osłabienie konstrukcji latarni jest banalnym faktem, który nie ma żadnego znaczenia? A co będzie, gdy wskutek zaawansowanego procesu korozji latarnia kiedyś przewróci się na przechodzących lub przejeżdżających ludzi?

Zastanów się nad możliwymi odpowiedziami, a zwłaszcza takimi, które opisywałyby skutki, np.: kogoś śmiertelnie poraził prąd, wywołał zwarcie i spowodował tym zapalenie się łuku elektrycznego, wywołało to pojawienie się niebezpiecznego napięcia dotykowego na obudowach urządzeń, odniósł śmiertelne oparzenia w pożarze, doznał rozległych urazów głowy, ...

Postaraj się o wytłumaczenie – dlaczego tak mogło/musiało się stać?

Zainscenizuj dyskusję, w której spróbuj przekonać inną osobę o swoich racjach i wytłumacz logicznie, jak można by temu zapobiec.

4. Co jest w środku? (konkurs dla młodych odkrywców)

Wyobraź sobie, że uczestniczysz w próbie demontowania przedstawionego urządzenia – jakie zagrożenia tam spotkasz, gdyby w tej sytuacji urządzenia te znalazły się pod napięciem, pod którym normalnie pracują?

- zasilana z sieci maszynka do golenia
- silniczek i grzałka od ręcznej suszarki do włosów
- ładowarka do telefonu komórkowego
- zasilacz uniwersalny
- żelazko elektryczne

Zastanów się i odpowiedz:

- dlaczego nie wolno samodzielnie prowadzić takich eksperymentów?
- jakie byłyby niebezpieczne konsekwencje uszkodzenia czy modyfikacji elementów wewnątrz urządzenia?

Poszukaj w Internecie filmów z hasłem „Łuk elektryczny” i „Porażenie piorunem”. Zastanów się, dlaczego do takich wypadków dochodzi i jakie mogły być przyczyny i skutki