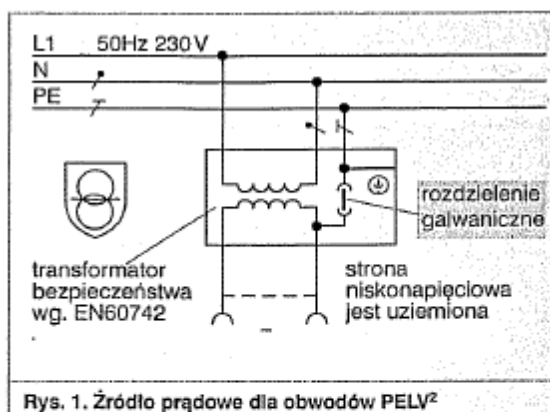


Aby uzyskać tzw. **galwaniczne oddzielenie** od sieci, niskie napięcie musi być uzyskiwane w sposób bezpieczny. Na przykład przez stosowanie:

- transformatorów bezpieczeństwa,
- przetwornic dwumaszynowych,
- elektrochemicznych źródeł napięć np. baterii,
- generatorów napędzanych silnikiem spalinowym.

Niskiego napięcia nie wolno uzyskiwać z wykorzystaniem autotransformatorów, dzielników napięć i szeregowych rezystorów.

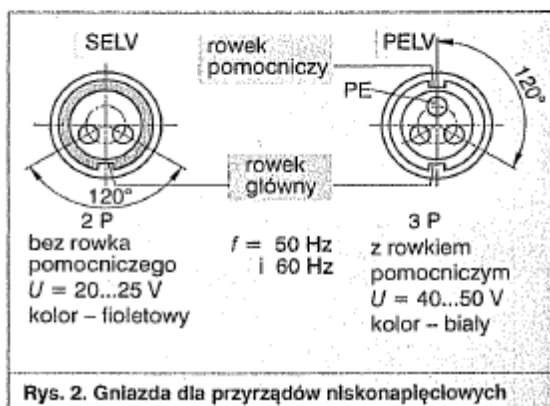


Rys. 1. Źródło prądowe dla obwodów PELV²

Ponadto wtyczki, gniazda w obwodach SELV nie mogą:

- mieć zestyków uziemiających lub zerujących,
- „pasować” do obwodów o innych napięciach oraz do obwodów PELV i odwrotnie.

Zestawy wtykowo-gniazdowe dla obwodów PELV mają zestyki uziemiające lub zerujące oraz rowki w oprawce uniemożliwiające ich omyłkowe zastosowanie dla wyższych napięć (rys. 2).



Rys. 2. Gniazda dla przyrządów niskonapięciowych

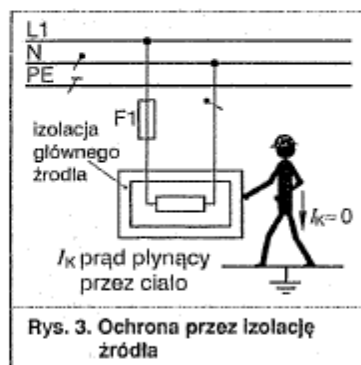
Obwody FELV¹ (bez bezpiecznego rozdzielania) nie spełniają wymogów stawianych obwodom SELV i PELV.

2.3.5.3 Ochrona przez ograniczenie energii rozładowania

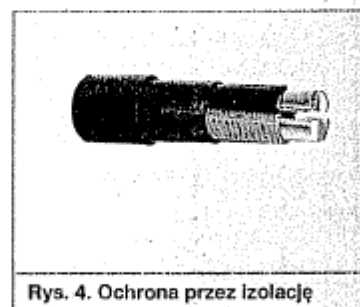
Jeżeli energia wyladowania źródła napięcia nie przekracza 0,35 J, to można zrezygnować ze środków zabezpieczających przed bezpośrednim dotykiem, np. przy naładowanym kondensatorze, elektrycznym „pastuchu” itp.

2.3.5.4 Ochrona przeciwporażeniowa w warunkach normalnych (ochrona przed dotykiem bezpośrednim lub ochrona podstawowa)

Środki zapobiegawcze należy w zasadzie stosować, gdy napięcie znamionowe przekracza 25 V AC lub 60 V DC. Przy określonym sprężeniu (np. elektronarzędzia) stosuje się je również dla niższych napięć. Przedsięwzięcia ochronne ilustrują rysunki 3, 4 oraz 1, 3 na następnej stronie.

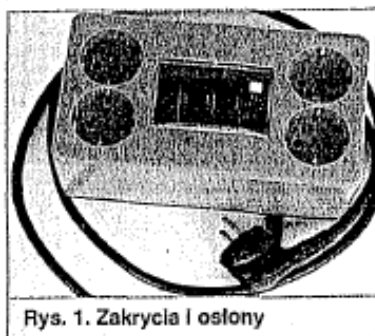


Rys. 3. Ochrona przez izolację źródła
Podstawowym środkiem jest odizolowanie głównego źródła (rys. 3).



Rys. 4. Ochrona przez izolację
Części przewodzące otacza się materiałem izolującym, którego usunięcie jest możliwe tylko przez jego zniszczenie (rys. 4).

¹ FELV (Functional Extra Low Voltage) = obwód bez bezpiecznego rozdzielania



Rys. 1. Zakrycia i osłony

Zakrywa się i osłania przelączniki i gniazda (rys. 1), do ich demontażu trzeba stosować narzędzia.



Rys. 2. Ochrona przez utrudnienia dostępu

Stosuje się przeszkody w postaci listw, krat, pomieszczeń dostępnych tylko dla upoważnionych itp. Pokonanie takich przeszkód odbywa się bez użycia narzędzi, lecz ich trwałe, np. omyłkowe, usunięcie jest bardzo trudne (rys. 2).



Rys. 3. Ochrona przez odległości

Zachowywane są tak duże odległości (np. linii przesyłowych), by człowiek nie mógł ich normalnie dosięgnąć (rys. 3).

Szerokości pustych przestrzeni, np. odległości między różnymi kratami itp., powinny wynosić minimum 2,5 m (podwójny zasięg ramion), tak aby uniknąć jednoczesnego dotknięcia dwóch części mogących być pod różnymi potencjałami.

2.3.5.5 Ochrona przeciwporażeniowa w warunkach awaryjnych (ochrona przed dotykiem pośrednim lub ochrona w warunkach zagrożenia)

Działanie ochrony przeciwporażeniowej w przypadku awarii polega na odłączeniu zasilania lub, gdy jest to niedopuszczalne (np. w salach operacyjnych), na załączeniu sygnalizacji alarmowej.

Reakcja ludzkiego ciała na przepływający prąd zależy m. in. od czasu trwania przepływu (patrz p. 2.3.3.1), dlatego istotny jest czas trwania procesu wyłączania. Przykładowo: dla napięcia znamionowego 230 V powinien być krótszy od 0,4 s. Dla sieci z bezpiecznikami topikowymi czas wyłączania (stopienia elementu topikowego) wyznacza charakterystyka prądowo – czasowa bezpiecznika.

Ochronne uziemienie zapobiega wystąpieniu po awarii niebezpiecznego napięcia na częściach urządzeń normalnie nie będących pod napięciem. Wartość napięcia między tymi częściami a ziemią, a więc decydująca o prądzie I_k płynącym przez ciało, zależy od relacji między rezystancją uziemienia punktu zerowego (uziemieniem roboczym R_o a rezystancją uziemienia ochronnego R_z). Dla $R_o \gg R_z$ prąd I_k jest znikomy (rys. 4).

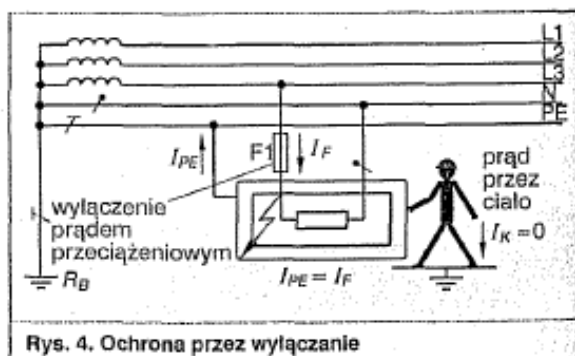
Środkiem ochrony, np. w sieciach czteroprzewodowych, jest również tzw. „zerowanie” polegające na łączeniu obudowy odbiornika z przewodem zerowym. Po awarii wyłącznik bezpieczeństwa wyłącza urządzenie.

Skuteczność zerowania będzie zapewniona jeżeli:

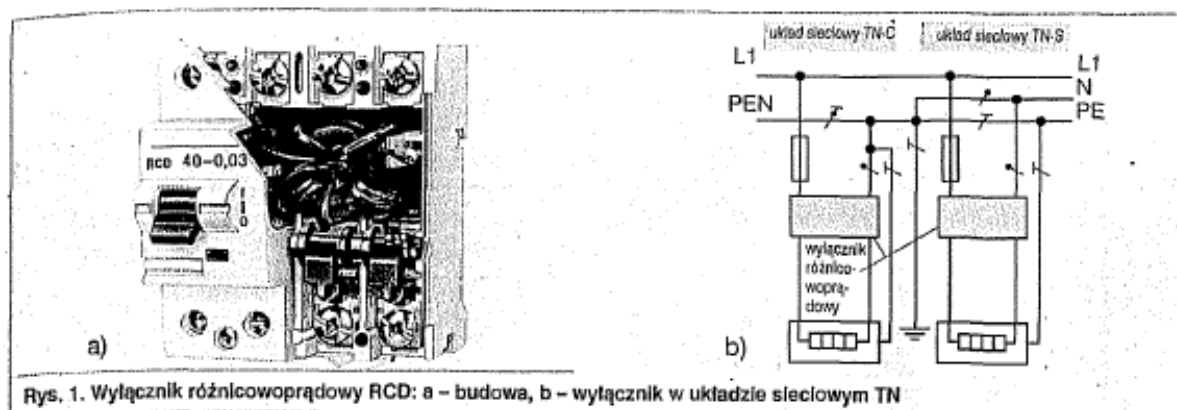
- przewód zerowy będzie uziemiony w kilku miejscach,
- rezystancja uziemienia roboczego nie przekroczy 5Ω ,
- na przewodzie zerowym nie będą instalowane bezpieczniki,
- wyłączenie przewodu zerowego nastąpi jedynie z jednoczesnym wyłączeniem wszystkich faz.

Do wyłączenia zasilania odbiornika, kiedy na jego obudowie pojawi się niebezpieczne napięcie, służy m.in. **wyłącznik różnicowoprądowy RCD**, w którym

wszystkie przewody przewodzące prąd ($L1$, $L2$, $L3$ i N) przechodzą przez przetwornik sumacyjny prądu (przekładnik Ferrantiego) i oddziałują na uzwojenie wyjściowe przetwornika. W stanie bezawaryjnym suma prądów dopływających jest równa prądowi wypływającemu. Wypadkowy strumień magnetyczny jest równy zeru i w uzwojeniu wyjściowym nie indukuje się żadna siła elektromotoryczna. Po wystąpieniu zwarcia (np. do obudo-



Rys. 4. Ochrona przez wyłączenie



wy lub doziemnego) równowaga zostaje zachwiana, ponieważ prąd wypływający (przewód N) dzieli się na część płynącą przez wyłącznik i na część płynącą poza wyłącznikiem do ziemi. W uzwojeniu wyjściowym indukuje się siła elektromotoryczna, która uruchamia wyzwalacz łącznika i w efekcie powoduje odłączenie odbiornika od trzech faz zasilających. Zastosowanie wyłącznika pokazano na rys. 1.

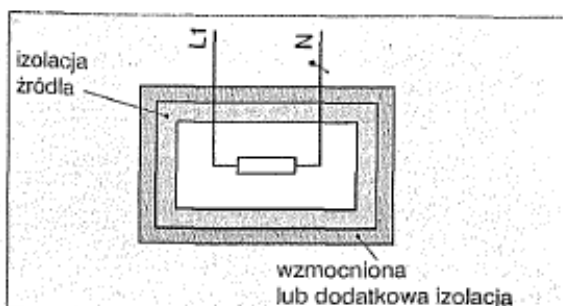
Wyłączników różnicowoprądowych nie wolno stosować jako jedynej ochrony przeciwporażeniowej. Jeżeli przewód ochronny PE¹ jest połączony z obudową urządzenia elektrycznego, to obwód ochrony uważa się za uzależniony od systemu. Przewody ochronne PE i PEN² są zawsze zielonożółte. Dodatkowo przewód PEN ma jasnoniebieskie zakończenie.

2.3.5.6 Izolacje ochronne

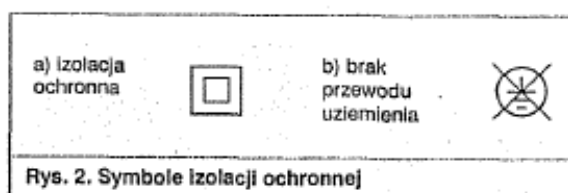
Zastosowanie izolacji ochronnej (rys. 2a) zabezpiecza przed wystąpieniem na sprzęcie niebezpiecznego napięcia spowodowanego uszkodzeniem izolacji źródła (rys. 3). Jeżeli np. podczas montażu zastosowano dodatkową izolację, to urządzenie zostaje oznakowane dodatkowym symbolem (rys. 2b).

W II klasie bezpieczeństwa wszystkie dostępne dotykowo części, na których po awarii może się pojawić napięcie, należy trwale zabezpieczyć dodatkową lub wzmocnioną izolacją (rys. 4).

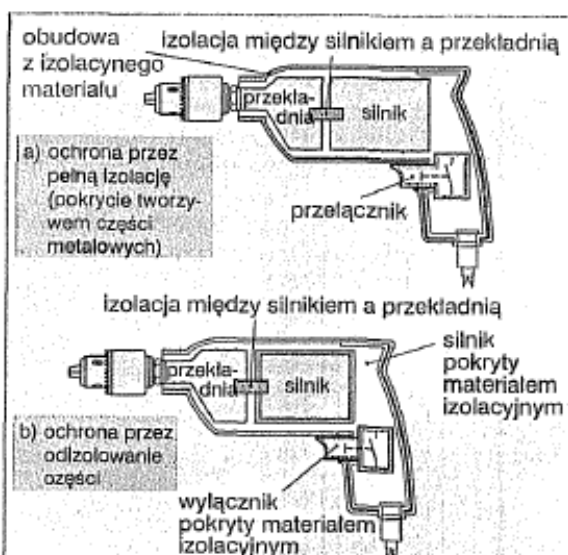
Izolacja ochronna może być umieszczana wewnątrz urządzenia (rys. 4).



Rys. 3. Rodzaje izolacji ochronnej



Rys. 2. Symbole izolacji ochronnej



Rys. 4. Realizacja izolacji ochronnej w wiertarce

¹ PE (ang. *Protection Earth*) = przewód ochronny;

² PEN (ang. *Protection Earth Neutral*) = przewód ochronny neutralny

Urządzenia ruchome (np. kosiarki ogrodowe itp.) mają dwużyłowy przewód zasilający i zatopiony wtyk bez zestyku ochronnego. Żółtozielony przewód jest zamocowany we wtyku, a jego drugi koniec (w urządzeniu) należy krótko przyciąć i odizolować tak, aby nie mogło dojść do zetknięcia z elementami urządzenia.

2.3.5.7 Ochrona przez izolację pomieszczeń

Ta forma ochrony ma miejsce, gdy np. zastosowano izolacyjną wykładzinę na podłodze i na ścianach, osłony lub podkładki gumowe izolujące osoby od ziemi.

Minimalna rezystancja warstw izolacyjnych na podłodze i ścianach wynosi $50\text{ k}\Omega$ przy napięciu znamionowym do 500 V . Dla wyższych napięć rezystancja powinna wynosić $100\text{ k}\Omega$.

Na stanowiskach pracy należy również zachować odpowiednie odległości (rys. 1).

2.3.5.8 Ochrona przez galwaniczne oddzielenie obwodów

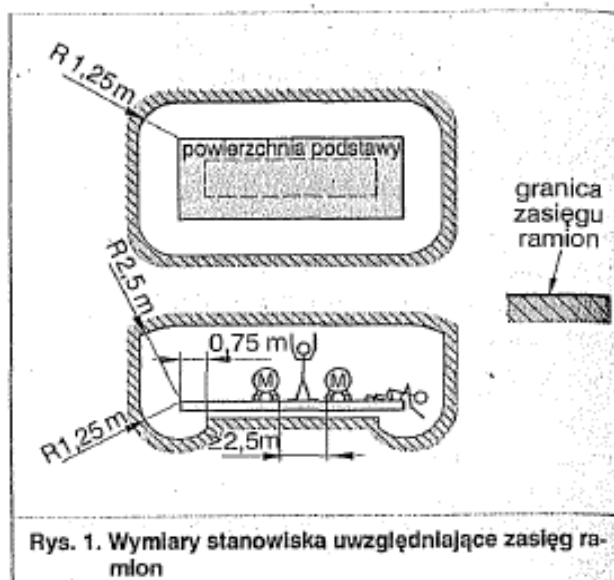
Przy tym rodzaju ochrony między zasilającą siecią a odbiornikiem umieszcza się **separujący transformator**. Dzięki temu na odbiorniku nie wystąpi napięcie uziemionej zasilającej sieci. Wyjście transformatora nie ma potencjału względem ziemi (rys. 2).

Jeżeli jest wymagany ten rodzaj ochrony, to do transformatora można przyłączyć tylko jeden odbiornik. Wtyk obwodu wyjściowego nie może mieć zestyków ochronnych. Niedopuszczalne jest uziemienie tego obwodu lub łączenie go z innymi obwodami.

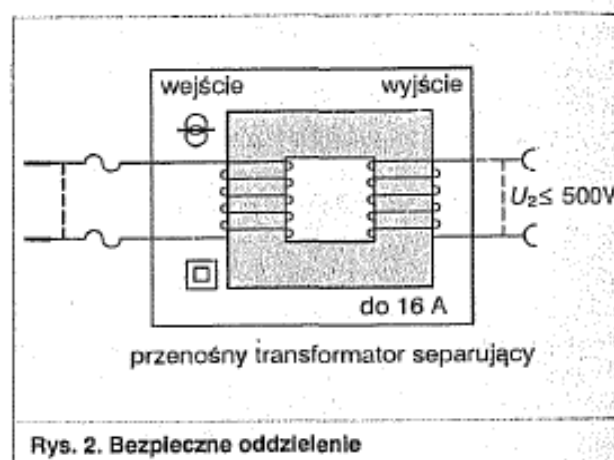
2.3.5.9 Ochrona przez nieziemione, lokalne połączenia wyrównawcze

Jeżeli z jednego transformatora oddzielającego zasilamy kilka odbiorników, to ich obudowy (korpusy) należy lokalnie, bez uziemiania, połączyć dla wyrównania ewentualnej różnicy potencjałów. Przewód wyrównujący potencjały nie może być uziemiany lub łączony z przewodami ochronnymi innych obwodów.

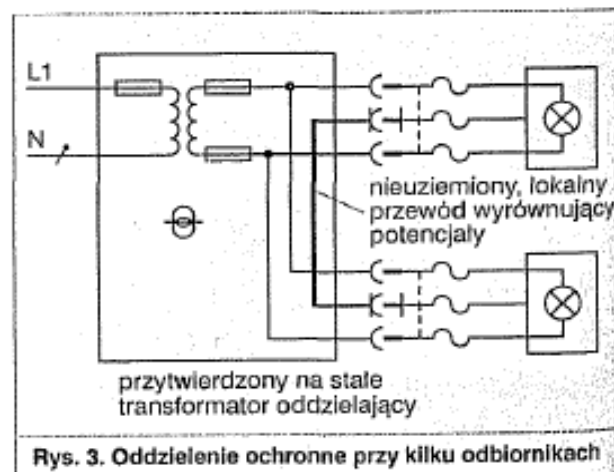
Gniazda odbiorników muszą mieć zestyki ochronne, nieziemione i połączone z przewodem wyrównującym potencjały (rys. 3).



Rys. 1. Wymiary stanowiska uwzględniające zasięg ramion

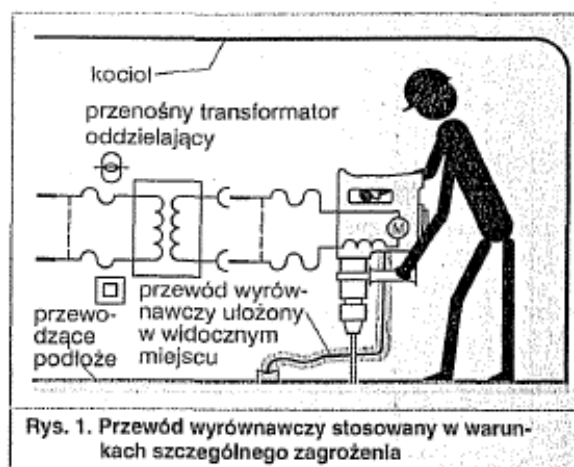


Rys. 2. Bezpieczne oddzielenie



Rys. 3. Oddzielenie ochronne przy kilku odbiornikach

W warunkach szczególnego zagrożenia (np. praca w zbiornikach, tj. gdy podłoże przewodzi elektryczność) korpus urządzenia (narzędzia) można połączyć przewodem wyrównawczym z przewodzącym podłożem (rys. 1).



Rys. 1. Przewód wyrównawczy stosowany w warunkach szczególnego zagrożenia

Powtórzenie pytań

1. Od jakiej wartości napięcia przemiennego i stałego bezpośrednie dotknięcie jest niebezpieczne?
2. W jakich przypadkach nawet małe napięcia mogą być niebezpieczne?
3. Kiedy następuje naładowanie elektrostatyczne?
4. Jak można uniknąć wyładowań elektrostatycznych?
5. Jakie są niebezpieczeństwa powodowane wyładowaniami elektrostatycznymi?
6. Na co należy zwracać uwagę pracując z zespołami elektronicznymi?
7. Jakie zespoły elektroniczne są szczególnie zagrożone wyładowaniami elektrostatycznymi?
8. Na co należy zwrócić uwagę przy budowie stanowiska montażowego urządzeń elektronicznych?
9. Jakie są sposoby ochrony przed dotykiem bezpośrednim?
10. Podaj sposoby uzyskiwania niskich napięć.
11. Jakie są wymagania dotyczące wtyków i gniazd w obwodach ochronnych niskonapięciowych?
12. Jaka powinna być rezystancja wykładzin w pomieszczeniach izolowanych?
13. Omów zasadę ochrony przez separację.

2.4 Praca z urządzeniami pneumatycznymi

Bezpośrednie działanie strugi sprężonego powietrza jest wykorzystywane w technice do prac niewymagających dużej precyzji wykonania, takich jak chłodzenie, czyszczenie, piaskowanie, transport materiałów sypkich itp. Główne zastosowanie pneumatyki to napęd i sterowanie zespołów wykonawczych, tzn. siłowników i silników wykonujących czynności technologiczne w określonych maszynach. Na ogół urządzenia pneumatyczne są częścią składową maszyny wytwórczej, rzadziej stanowią samodzielną jednostkę, taką jak młot pneumatyczny, ubijaki (zagęszczarki) itp. Cechą wspólną jest praca ze sprężonym powietrzem jako nośnikiem energii, natomiast wykonywane czynności, a w związku z tym i bezpieczeństwo pracy, zależą w głównej mierze od konkretnego urządzenia i stanowiska pracy.

2.4.1 Zagrożenia spowodowane pracą z urządzeniami pneumatycznymi

Wykaz zagrożeń związanych z wykorzystaniem w urządzeniach energii pneumatycznej zawiera norma PN-EN 983, przy czym większość wymienionych w niej zaleceń dotyczy fazy projektowania układu pneumatycznego, a nie jego eksploatacji.

Właściwości nośnika energii (pneumatycznej), jakim jest sprężone powietrze, wykluczają: porażenia, poparzenia, zatrucia itp., czyli zjawiska niebezpieczne dla zdrowia ludzkiego. Ponadto samo powietrze nie wytworzy

iskry mogącej być przyczyną pożaru, wybuchu lub innego zagrożenia. Między innymi z tych powodów pneumatykę, rozumianą jako urządzenie techniczne, w którym energię oraz często też sygnały sterujące przenosi sprężone powietrze, uważa się za technikę bezpieczną.

Pneumatyka może natomiast stwarzać zagrożenia pośrednie przez:

- odłamki awaryjnie rozrywanych ciśnieniem korpusów, osłon itp.,
- elementy unoszone niekontrolowanym strumieniem powietrza, wydobywającym się np. z uszkodzonego przewodu itp.,
- „miotający” się koniec elastycznego przewodu, którego drugi koniec jest podłączony do zasilania pneumatycznego,
- nieprawidłowe ruchy zespołów wykonawczych spowodowanych błędnymysterowaniem,
- drgania urządzeń pneumatycznych przenoszonych na obsługę (np. zespoły vibracyjne),
- hałas wywołany pracą urządzeń pneumatycznych lub wypływające do atmosfery powietrze (rozładowanie ciśnieniowe komór).

Większość współczesnych układów pneumatycznych jest zbudowana z zespołów elektropneumatycznych, zatem aktualne są wszystkie zagrożenia wynikające ze stosowania odpowiednich zespołów elektromechanicznych.

2.4.2 Przepisy dotyczące bezpiecznego użytkowania instalacji i zbiorników ciśnieniowych

Bezpieczną pracę dla obsługujących urządzenia pneumatyczne powinno się zapewnić już w fazie projektowania układu. Powodem jest m.in. nieudzielanie przez producentów gwarancji na żywotność i niezawodność zespołów pneumatycznych. Na te wskaźniki jakości znaczny wpływ mają w pneumatyce warunki eksploatacji, a te na ogół nie są producentowi znane. Do rzadkości należą specjalne zespoły pneumatyczne wykonywane dla potrzeb konkretnej maszyny. Głównie korzysta się z zespołów „ogólnego zastosowania”. Gdy zagadnienia bezpieczeństwa i niezawodności są priorytetowe, to projekt powstaje w ciągłej konsultacji między projektantem, producentem i przyszłym użytkownikiem. Między innymi z tych powodów brak jest ogólnych norm i zaleceń w tej dziedzinie. Wyjątek stanowią tu normy na przewody, złączki oraz rozstawy otworów mocujących i roboczych w zespołach funkcjonalnych.

Ścisłe przepisy dotyczące bezpieczeństwa są związane z konkretnym stanowiskiem pracy; należy ich bezwzględnie przestrzegać podczas pracy, naprawy lub ustawiania maszyny. Szczególnie w ostatnim przypadku (ustawianie) dochodzi do licznych wypadków, bowiem ustawiacz na czas swojego działania wyłącza na ogół urządzenia zabezpieczające.

Większość układów posiada **zbiorniki ciśnieniowe**, przewody o znacznej pojemności itp. Niebezpieczeństwa z tym związane uwzględniają szczegółowe przepisy ustanowione przez **Urząd Dozoru Technicznego (UDT)**. Zbiorniki ciśnieniowe dzieli się na trzy grupy w zależności od objętości i ciśnienia. Poniżej podano podstawowe informacje.

Grupa A. Zbiorniki, w których iloczyn objętości V [dm³] i ciśnienia p [bar] jest mniejszy od 200 dm³ · bar i ciśnienie nie przekracza 0,5 bar. Zbiorniki takie nie podlegają żadnym przepisom UDT.

Grupa B. Jeżeli $V \cdot p$ zawiera się w zakresie od 200 do 1000 dm³ · bar, to zbiornik po wyprodukowaniu podlega jednorazowej kontroli.

Grupa C. Jeżeli $V \cdot p$ jest większe niż 1000 dm³ · bar, to zbiornik musi być co 4 lata wszechstronnie zbadany i przejść próby ciśnieniowe, łącznie z przeglądem stanu wewnętrznej powierzchni. Co 8 lat przechodzi wodną próbę ciśnieniową.

Zbiorniki powinny mieć zawór bezpieczeństwa i zawór zwrotny zamknięty w kierunku sprężarki.

2.4.3 Bezpieczna praca z urządzeniami pneumatycznymi

Urządzenia pneumatyczne mają dobrą zdolność do magazynowania znacznej energii w postaci sprężonego powietrza. Dlatego niekontrolowane rozprężanie zachodzące np. po rozerwaniu korpusu może być bardzo groźne w skutkach. Aby zapobiec nadmiernemu wzrostowi ciśnienia, należy stosować zawory bezpieczeństwa, których otwarcie następuje przy ciśnieniu np. o 10 % wyższym od maksymalnego ciśnienia roboczego.

Przed szkodliwym oddziaływaniem na ludzi urządzeń, których praca jest związana z wytwarzaniem drgań (np. wibratory), chronią takie przedsięwzięcia jak:

- eliminacja źródeł drgań (jest to często niemożliwe ze względu na proces technologiczny),
- ograniczenie emisji drgań przez minimalizację luzów, wyważanie, systemy wibroizolacyjne – np. stosowanie materiałów o lepszych właściwościach tłumiących,
- stosowanie specjalnych rękawic antywibracyjnych,
- unikanie zimnego nawiewu na ręce pracownika (zalecany ciepły nawiew),
- stosowanie narzędzi niewymagających użycia przez pracownika dużych sił (zaciskających, naciskających, pchających itp.),
- automatyzacja i zdalne sterowanie procesów.

Do wspomnianych już szkodliwych skutków, jakie może wyrządzić struga sprężonego powietrza, musimy dopisać wytwarzany hałas. Należy go minimalizować np. przez tłumiki w króćcach wypływowych zespołów, zapewnić obsłudze środki ochrony słuchu (czopki, nauszники itp.) oraz kontrolować ich stosowanie.

Powierzanie i utrwalanie

1. Podaj główne zagrożenia związane z pracą z urządzeniami pneumatycznymi.
2. Jakie zagrożenia pośrednie stwarza praca z urządzeniami pneumatycznymi?
3. W zależności od jakich parametrów i na ile grup dzieli się zbiorniki ciśnieniowe?

2.5 Praca z urządzeniami hydraulicznymi

W urządzeniach hydraulicznych nośnikiem energii jest ciecz. Urządzeniami tego typu steruje się na ogół środkami elektrotechniki, a zatem ważne są również odpowiednie przepisy o bezpieczeństwie z dziedziny elektrotechniki. Z zasady sterowanie elektryczne jest zdublowane przez sterowanie ręczne (mechaniczne), które wykorzystuje się w trakcie sprawdzania i ustawiania obwodów hydraulicznych oraz w stanach awaryjnych, np. gdy zabraknie zasilania elektrycznego.

Powszechnie stosowane są urządzenia hydrostatyczne, tj. energię przekazuje ciecz pod ciśnieniem. Ze względu na małą ścisłość cieczy energia potencjalna użytej cieczy (ciśnienie $[N/m^2] \times$ objętość cieczy $[m^3] =$ energia $[Nm]$) jest znikoma, stąd zagrożenia wynikające z niekontrolowanego „rozładowania” ciśnieniowego są dużo mniejsze niż w pneumatyce.

Energię kinetyczną, związaną z prędkością strugi cieczy, wykorzystuje się w urządzeniach typu turbiny itp., ale też w miniaturowych urządzeniach, np. w bezigłowych strzykawkach.

„Zjawisko strzykawki” może być groźne, gdy z komory o wysokim ciśnieniu przez mały otworek wypływnie cienka strużka cieczy i trafi w oko lub wstrzyknie pod skórę porcję cieczy hydraulicznej.

2.5.1 Zagrożenia spowodowane pracą z urządzeniami hydraulicznymi

W urządzeniach elektrohydraulicznych występują znaczne siły wywołane ciśnieniem i duże naprężenia. Dodatkowo jest tam często magazynowana energia związana z położeniem lub prędkością (przyspieszeniem) masy. Aby uniknąć wynikających stąd zagrożeń dla ludzi i sprzętu podczas pracy z tymi urządzeniami, należy przestrzegać przepisów bezpieczeństwa dla urządzeń hydraulicznych.

W dziedzinie hydrauliki obowiązują następujące przepisy bezpieczeństwa:

- przepisy o zapobieganiu niebezpieczeństwu, tzn. zasady postępowania i sprawdzania (kontroli) wydane przez stowarzyszenie zawodowe (branżowe),
- zarządzenia i normy dotyczące pojemników ciśnieniowych plynowych oraz instalacji, tj. **PN-87/M-73007** oraz **EN 982**,
- przepisy wydane przez stowarzyszenia zawodowe i branżowe oraz reguły techniczne dotyczące pojemników ciśnieniowych, w szczególności ustalające: wymiary, postać, obliczenia, materiały i dopuszczalne obciążenia oraz ograniczenia wynikające z przeznaczenia tych urządzeń.

2.5.2 Działanie cieczy hydraulicznych na organizm człowieka i jego środowisko

Układy hydrauliczne tworzą zamknięte obwody, tzn. ciecz pobierana do układu wraca do zbiornika. Zatem w normalnie pracującym układzie obsługa nie powinna mieć styczności z cieczą. Do bezpośredniego zetknięcia dochodzi np. podczas napraw, wymiany oleju lub wkładów filtrujących oraz awarii.

Przy silnie rozgrzanej cieczy roboczej i słabej wentylacji pomieszczeń pojawia się w powietrzu tzw. „mgła olejowa”. W zależności od składników cieczy mgła wdychana przez dłuższy czas może być szkodliwa. Mgła osiada wraz z kurzem na wszystkich powierzchniach, tworząc lepki maź, z którą styka się skóra człowieka. Z tego powodu nie powinny na takich stanowiskach pracować osoby uczulone na produkty naftowe lub inne ciecze stosowane w hydraulice. Stwierdzono, że objawy chorób dermatologicznych pojawiają się często dopiero po dłuższym czasie. Szczególnie niekorzystnie na skórę działają oleje stare, zużyte. Szkodliwą mogą być też składniki dodawane do cieczy dla poprawienia jej właściwości eksploatacyjnych.

Sposobem ochrony jest zachowanie czystości na stanowisku pracy oraz używanie odzieży i rękawic ochronnych.

Oleje mineralne są palne, należy więc stosować osłony ochronne zabezpieczające, po ewentualnej awarii, przed wylaniem cieczy na bardzo gorące zespoły.

Ciecze utworzone na bazie mineralnej (typowe ciecze hydrauliczne) nie rozkładają się biologicznie, a zatem szkodzą środowisku. Glebę i wodę zanieczyszczają przeważnie wycieki z nieszczelnych obwodów w pojazdach lub bezmyślne wylanie produktów naftowych i podobnych do kanalizacji. Jest to powód do poszukiwania cieczy hydraulicznych opartych na olejach roślinnych (np. oleje rzepakowe) lub naturalne estry.

Stosuje się również ciecze syntetyczne oparte np. o poliglikole lub syntetyczne estry. Te nowe ciecze dopiero po bardzo znacznej dawce dodatków zbliżają się swoimi właściwościami do olei mineralnych, a proces ich uszlachetniania znacznie je podraża.

2.5.3 Bezpieczna praca z urządzeniami hydraulicznymi

Bezpieczną pracę zapewnia się przez właściwą obsługę i konserwację urządzeń. Poniżej zestawiono najważniejsze zalecenia dotyczące układów hydraulicznych.

- Zainstalować awaryjny wyłącznik bezpieczeństwa w łatwo dostępnym miejscu.
- Wartość aktualnego ciśnienia roboczego musi być wyraźnie widoczna.
- Linie zasysające powinny być tak wykonane, aby uniemożliwić zasysanie powietrza.
- Temperatura cieczy w przewodzie ssącym nie powinna przekraczać 60° C.
- Chronić tłoczyska przed brudem i bocznymi siłami wyższymi od wartości katalogowych.
- Należy znać wartości wszelkich nastaw w urządzeniu.
- Zasilanie włączać po dołączeniu wszystkich obwodów.
- Podczas pierwszego uruchamiania prawie całkowicie otworzyć zawory ograniczające ciśnienie, a dopiero po rozruchu powoli nastawiać żądane ciśnienie robocze. Zawory powinny być łatwo dostępne.
- Przed uruchomieniem (np. po remoncie) urządzenie należy dokładnie przepłukać, następnie wymienić wkłady filtrujące, odpowietrzyć.
- Należy przestrzegać zasad obsługi podanych przez producenta.
- Nigdy nie wypuszczać zawartości pojemników ciśnieniowych w sposób niekontrolowany.
- Szczególną ostrożność należy zachować przy pracach z hydroakumulatorami. Podlegają one przepisom UDT (rozdz. 2.4.2). Należy starannie zapoznać się z zaleceniami producenta.

Powtórzenie i utrwalenie

1. Wymień główne zagrożenia związane z pracą z urządzeniami hydraulicznymi.
2. Opisz „zjawisko strzykawki” i skutki, jakie może wywołać.
3. Jakle zagrożenia powoduje „mgła olejowa”?
4. Dlaczego ciecze utworzone na bazie mineralnej szkodzą środowisku?
5. Wymień ważniejsze zalecenia dotyczące bezpiecznej pracy z urządzeniami hydraulicznymi.

2.6 Bezpieczna praca z urządzeniami i systemami mechatronicznymi

Każda maszyna lub urządzenie stwarza określone zagrożenia. Stosując właściwą ochronę, można zminimalizować groźby wypadków, chorób zawodowych i uszczerbków zdrowia. Należy usuwać przyczyny zagrożeń, z których kilka wyszczególniono poniżej.

Głównymi przyczynami zagrożenia są:

- przedmioty, o które można się potknąć, uszkodzone zespoły, niewłaściwe rusztowania, podesty, drabiny,
- za słabe lub uszkodzone podnośniki, haki, liny,
- nadwężenie ciała po noszeniu, trzymaniu, podnoszeniu ciężarów,
- praca wymuszająca niewygodną pozycję ciała,
- brak urządzeń wyłączających i zamykających,
- psychiczne, chemiczne i biologiczne oddziaływanie (np. hałas, para wodna),
- brak wiedzy o postępowaniu z materiałami niebezpiecznymi,
- psychiczne obciążenie wywołane: terminami, niedokładnym opisem zadań, dużą odpowiedzialnością, brakiem doświadczenia, niespodziewanymi zakłóceniami, brakiem kontaktu z ewentualnym doradcą itp.

Najbardziej narażeni na zagrożenia są: monterzy podczas składania urządzenia, personel uruchamiający maszynę, pracownicy produkcyjni oraz konserwatorzy maszyn i urządzeń.

2.6.1 Przedsięwzięcia usuwające główne zagrożenia

Każdy pracownik swoim postępowaniem może w znacznej mierze przyczynić się do podniesienia poziomu bezpieczeństwa w zakładzie.

Może to uczynić przez:

- przestrzeganie przepisów i stosowanie się do znaków ostrzegających,
- noszenie odzieży ochronnej, ustawianie osłon itp.,
- dbanie o porządek i czystość,
- usuwanie uszkodzonych narzędzi i sprzętu pomocniczego,
- ostrożne i rozsądne postępowanie,
- przewidywanie możliwych zagrożeń,
- dokładne przeanalizowanie zleconych zadań,
- dokładne rozpracowanie czynności roboczych,
- intensywne konsultacje i doprowadzenie do wiążących ustaleń.

Opracowane przy udziale związków zawodowych przepisy o zapobieganiu wypadkom zawierają wymagania odnośnie:

- urządzeń zakładowych,
- organizacji BHP w zakładzie,
- stosowanych sposobów produkcji,
- współdziałania pracowników.

Przepisy są obowiązujące i muszą być dostępne dla pracowników. Ich nieprzestrzeganie jest karalne. Do osób mających styczność ze sprzętem elektrycznym stosuje się, w zakresie BHP, dodatkowe przepisy i obostrzenia. W zależności od posiadanych kwalifikacji są oni uprawnieni do wykonywania tylko określonych prac.

2.6.2 Postępowanie powypadkowe

Jeżeli, mimo przestrzegania wszystkich przepisów, dochodzi do wypadku, wówczas należy:

- zachować spokój,
- rozpoznać zdarzenie i ustalić jakie są uszkodzenia,
- oszacować, czy istnieje groźba dalszych wypadków (np. groźba wybuchu) i jakie należy podjąć działania zapobiegawcze,
- rozsądnie i zdecydowanie działać przy: wyłączaniu maszyn, zabezpieczeniu miejsca wypadku, ratowaniu poszkodowanych, udzieleniu pomocy poszkodowanym, przywołaniu pomocy za pomocą sygnalizacji alarmowej.

Jeżeli jest kilka osób ratujących, to należy im przydzielić zadania odpowiednio do ich predyspozycji fachowych.

Do pierwszych zadań należą:

- Powiadomienie służb ratowniczych i przełożonych z dokładnym podaniem:
 - miejsca wypadku (gdzie),
 - rodzaju wypadku (co),
 - liczby poszkodowanych (ilu),
 - rodzaju uszkodzeń (jak).
- Zajęcie się poszkodowanymi, w tym:
 - wyprowadzenie poza strefę zagrożeń (np. w przypadku pożaru),
 - kontrola oddechu, ewentualnie sztuczne oddychanie,
 - ułożenie poszkodowanego na boku (jeżeli samodzielnie oddycha),
 - założenie opaski uciskowej w przypadku silnego krwawienia,
 - uniesienia nóg do góry w przypadku osób w szoku.

Tab. 1. Czynności wykonywane w ramach pierwszej pomocy

Objaw	Czynności
Brak oddechu / pulsu Niemytymność Słaby puls / szok Silne krwawienie Palenie się	Sztuczne oddychanie / masaż serca Stabilne ułożenie na boku Nogi do góry / uspokajanie Opaska uciskowa Gaszenie ognia kocem gaśniczym, wodą

2.6.3 Ochrona przeciwpożarowa i postępowanie w przypadku pożaru

Pożar jest szczególnym zagrożeniem z powodu możliwości szybkiego rozprzestrzeniania się na sąsiednie pomieszczenia i budynki. Groźba pożaru jest szczególnie duża przy pracach montażowych i uruchamianiu urządzeń.

Powstawaniu pożaru sprzyja:

- tlen zawarty w powietrzu,
- ciepło, iskra, płomień,
- materiał palny.

Brak któregośkolwiek z wymienionych czynników eliminuje groźbę pożaru, ale stworzenie takich warunków podczas normalnej pracy jest raczej nierealne. Przyczyną (źródłem) pożaru może być:

- przegrzane łożysko,
- przeciążone łożysko,
- nieostrożne obchodzenie się z materiałami palnymi (np. podczas spawania),
- nieodpowiedzialne zachowanie się podczas pracy lub przerw (np. palenie lub gaszenie papierosa w miejscu zagrożonym wybuchem).

Profilaktyczna ochrona przeciwpożarowa obejmuje m. in. minimalizację możliwości powstania i ewentualnych skutków pożaru poprzez:

- wprowadzenie procesów technologicznych zmniejszających groźbę powstania pożaru,
- wyznaczenie pilnujących przy robotach z otwartym płomieniem (np. spawanie) lub wysoką temperaturą (np. cięcie przecinanie),
- wyposażenie zakładu w regularnie kontrolowany sprzęt przeciwpożarowy i zaznajomienie pracowników z jego obsługą i rozmieszczeniem,
- opracowanie i zaznajomienie pracowników z instrukcją przeciwpożarową, instrukcją alarmowania i planem ewakuacji,
- stosowanie i zaznajomienie pracowników ze znakami ochrony przeciwpożarowej (PN – 92/N – 01256/01) i znakami ewakuacyjnymi (PN – 92/N – 01256/02).

Postępowanie w razie pożaru

- zachować spokój,
- ocenić swoje możliwości i podjąć próbę ugaszenia zarodka pożaru,
- jeżeli nasze działania są mało skuteczne to opuścić pomieszczenie, zamknąć drzwi (ale nie na klucz),
- zawiadomić straż pożarną (tel. alarmowy 998) podając:
 - co się pali,
 - gdzie się pali (adres, piętro, pomieszczenie),
 - czy są zagrożeni ludzie (orientacyjna liczba),
 - kto zawiadamia (nazwisko, numer telefonu zawiadamiającego). Słuchawkę należy odłożyć dopiero po potwierdzeniu przyjęcia powiadomienia.
- zawiadomić o pożarze przełożonego lub kierownika zakładu.

Tab. 2. Gaśnice służące do gaszenia pożarów sprzętu mechatronicznego

Rodzaj i symbol gaśnicy	Poznaczona do gaszenia pożarów z grupy ¹	Oznaczenie na gaśnicy
Proszkowa GP	BC lub ABC oraz do gaszenia pożarów sprzętu pod napięciem do 1000 V	 
Pianowa GW	AB, nie wolno używać do gaszenia pożarów sprzętu znajdującego się pod napięciem	
Śniegowa GS	BC oraz do gaszenia pożarów sprzętu znajdującego się pod napięciem	

¹ Grupy pożarów: A – ciała stałe palne, żarzące się, B – substancje ciekłe, tworzące płomień, C – substancje palne gazowe

Do czasu przybycia straży pożarnej należy:

- udzielić pomocy zagrożonym ludziom,
- prowadzić ewakuację wyznaczonymi trasami, w pierwszej kolejności osób starszych, niepełnosprawnych i dzieci,
- podczas przechodzenia przez miejsca zadymione przyjąć pozycję mocno pochyloną,
- starać się, za pomocą dostępnych środków, ograniczać rozprzestrzenianie się ognia,
- w trakcie gaszenia bez koniecznej potrzeby (np. ratowanie ludzi) nie otwierać okien, drzwi,
- po wyprowadzeniu ludzi ratować cenne urządzenia, dokumenty itp.

Do czasu przybycia straży pożarnej akcją kieruje przełożony lub osoba wykazująca najwięcej inicjatywy i opanowania.

2.6.4 Postępowanie z materiałami niebezpiecznymi

Podczas montażu, uruchamiania, konserwacji maszyn i urządzeń można zetknąć się z materiałami niebezpiecznymi.

Według przepisów za materiał niebezpieczny uważa się taki, który posiada przynajmniej jedną z poniższych cech:

- może spowodować eksplozję (np. materiały wybuchowe),
- podtrzymuje i ułatwia pożar (np. tlen do spawania),
- łatwo i bardzo łatwo zapala się (np. rozpuszczalniki),
- jest trujący (np. lakiery, chemikalia),
- jest żrący, drażniący (np. kwasy, zasady),
- uszkadza płody i cechy dziedziczne (np. środki ochrony roślin lub zwalczające szkodniki),
- jest rakotwórczy (np. benzol, pył drzewny),
- zatruwa środowisko (np. ołów, kadm, zużyty olej),
- szkodzi zdrowiu (np. rozpuszczalniki substancji klejących),
- powoduje uczulenia (np. metanol, nikiel).

Przykłady niebezpieczeństw grożących ze strony materiałów roboczych z powodu ich składników i ewentualne skutki oddziaływania na człowieka zestawiono w tab. 1.

Tab. 1. Niebezpieczeństwa grożące ze strony materiałów roboczych		
Rodzaj	Składniki	Objawy (skutki)
Farby	Rozpuszczalniki, metylobenzen	Utrudnione oddychanie
Lakiery	Dwumetylobenzen	Ból głowy, alergia
Olej hydrauliczny	Benzol, nitrozoamina, PBC	Rakotwórcze, alergia
Materiały izolacyjne	Azbest	Rakotwórcze
Kleje	Rozpuszczalniki	Utrudnione oddychanie, ból głowy, alergie
Rozpuszczalniki	Perchloretylen, PER	Szkodzi na wątrobę i nerki
Chłodziwo	Aerozole olejowe	Alergie

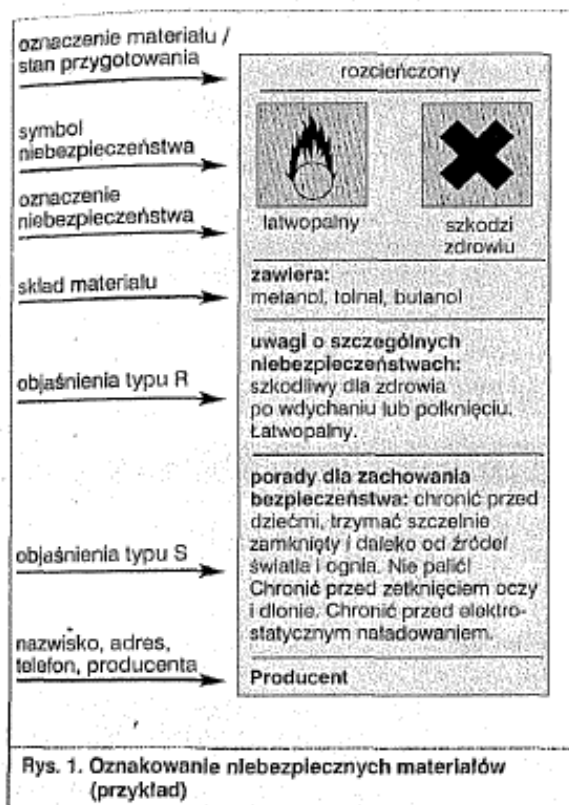
Materiały niebezpieczne muszą być porządnie zapakowane, a na opakowaniu muszą być dokładnie podane dane odnośnie: zawartości, producenta, rodzaju zagrożenia i zalecenia ochronne (rys. 1 i tab. 1 na następnej stronie). Dodatkowo musi być dołączony arkusz informacyjny o danym niebezpiecznym materiale.

2.6.5 Wytyczne UE dla zapewnienia bezpiecznej pracy urządzeń i systemów

Od 1.01.1995 r. w UE (od 1.05.2004 r. w Polsce) obowiązują jednolite przepisy dotyczące budowy i eksploatacji maszyn. Producent zespołów, maszyn i urządzeń, umieszczając na swoim wyrobie znak CE, zaświadcza, że spełnia on wymogi BHP zawarte w przepisach UE.

Celem tych zaleceń jest:

- uwzględnianie problematyki bezpieczeństwa maszyn lub urządzeń już w fazie projektowania,
- ochrona miejsc niebezpiecznych odpowiednimi środkami,
- wyszczególnienie niebezpieczeństw w instrukcjach obsługi.



Tab. 1. Niebezpieczne materiały

Symbol	Dodatkowe znaki	Cechy niebezpieczeństwa, dodatkowe określenie
	T T+	Bardzo szkodliwy dla zdrowia Trujący Bardzo trujący, mogący spowodować śmierć
	Xi Xn	Szkodliwy dla zdrowia Drażniący Szkodliwy przez zawartość nitrozoaminy
	C	Mniej szkodliwy dla zdrowia Żrący, mogący powodować miejscowe oparzenia
	E	Rozrywa sprzęt i powoduje uszkodzenia żywych tkanek Zagrożenie wybuchem
	O	Powoduje zapalenie palnych materiałów, podtrzymuje pożary Utleniający, utrudniający gaszenie
	F F+	Gazy tworzące z powietrzem mieszaninę zaplonową; ciecz o temperaturze zapłonu < 0°C i temperaturze wrzenia < 35°C Łatwo zapalny Bardzo łatwo zapalny
	N	Powoduje zagrożenie dla środowiska Niebezpieczny dla środowiska
	T45 T47	Materiały chorobotwórcze Wydłuża życie i powoduje nowotwory Uszkadza płód w czasie ciąży

Powypadkowe sytuacje

1. Wymień główne zagrożenia związane z pracą z urządzeniami i systemami mechatronicznymi.
2. Podaj przedsięwzięcia usuwające główne zagrożenia.
3. Na czym polega postępowanie powypadkowe?
4. Opisz czynności wykonywane w ramach pierwszej pomocy.
5. Co może być przyczyną pożaru w przypadku pracy z urządzeniami mechatronicznymi?
6. Co należy do podstawowych przedsięwzięć przeciwpożarowych?
7. Na czym polega postępowanie w czasie pożaru?
8. Jakie cechy charakteryzują materiały niebezpieczne?
9. Od kiedy obowiązują w Polsce Jednolite z Unią Europejską przepisy odnośnie budowy i eksploatacji maszyn?
10. Wymień pracowników szczególnie narażonych na wypadki.
11. Jak mogą być działania pracownika zmniejszające zagrożenia?
12. Czy nieprzestrzeganie przepisów BHP jest karalne?
13. Podaj przykłady materiałów niebezpiecznych.
14. Wymień przykładowe objawy (skutki) u człowieka po styczności z materiałem niebezpiecznym.