

## Ogólna budowa i obsługa układów napędowych stosowanych w maszynach roboczych

**SILNIKIEM** nazywamy maszynę służącą do przetwarzania dowolnego rodzaju energii na pracę mechaniczną.

Silniki spalinowe tłokowe dzieli się na:

- silniki o **posuwisto – zwrotnym ruchu tłoka** nazywane **suwowymi**,
- silniki o **obrotowym ruchu tłoka** (np. silnik Wankla) nazywane **obrotowymi**.



**Ze względu na układ cylindrów silniki spalinowe dzielą się na:**

- silniki rzędowe
- silniki o przeciwległych cylindrach (silniki przeciwbieżne – silnik bokser), układ nazywany też przeciwsobnym
- silniki wielorzędowe, w tym silniki widlaste (w układzie V lub dwurzędowym) oraz silniki w układzie W (lub trzyrzędowym)
- silniki gwiazdowe

**Rodzaje chłodzenia silników spalinowych:**

- **CIECZĄ** – **chłodzenie pośrednie**, w którym czynnikiem chłodzenia jest ciecz przenosząca ciepło z elementów silnika do chłodnicy, gdzie przekazuje je do powietrza atmosferycznego,

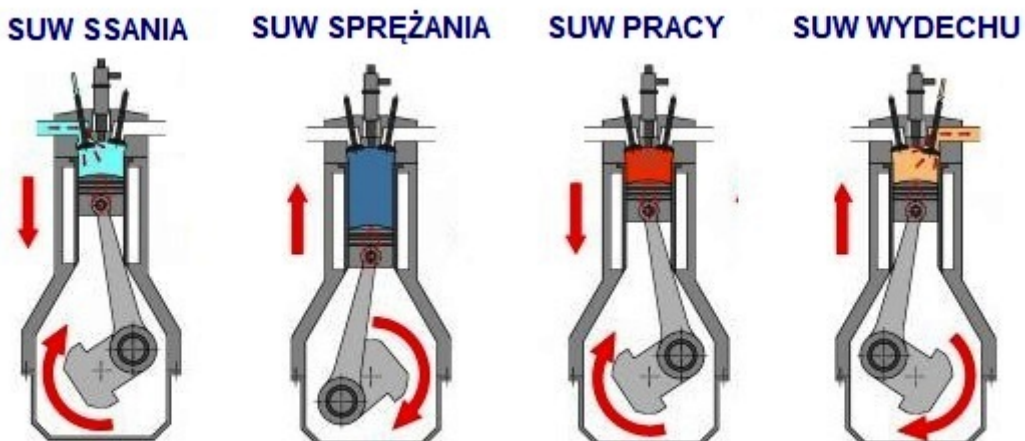
- **POWIETRZEM – chłodzenie bezpośrednie**, które polega na bezpośrednim chłodzeniu elementów silnika przez omywający je strumień powietrza.

- Pojemność skokowa
- Stopień sprężenia
- Prędkość obrotowa silnika
- Maksymalny moment obrotowy
- Moc silnika
- Objętościowy wskaźnik mocy dla silników tłokowych
- Moc znamionowa silnika
- Jednostkowe zużycie paliwa
- Sprawność ogólna

### Zasada pracy silnika czterosuwowego wysokoprężnego z zapłonem samoczynnym

Cykl pracy tego silnika składa się z czterech suwów:

- **suw ssania** – napełnienie komory spalania czystym powietrzem,
- **suw sprężania** – sprężanie powietrza do określonego ciśnienia,
- **suw pracy:**
  - wtrysk paliwa,
  - zapłon mieszanki w wyniku wysokiej temperatury,
  - rozprężanie gazów po spaleniu mieszanki,
- **suw wydechu** – usuwanie gazów (spalin)



### Zasada pracy silnika czterosuwowego z zapłonem samoczynnym

Cykl obejmuje dwa obroty wału korbowego, co jest równoważne czterem ruchom posuwisto-zwrotnym tłoka w jednym cyklu roboczym.

Ponieważ suw pracy przypada na dwa obroty wału korbowego silnik czterosuwowy teoretycznie ma dwukrotnie mniejszą moc niż silnik dwusuwowy, gdzie praca użyteczna przypada na jeden obrót wału korbowego.

W praktyce jednak dobra wymiana ładunku, wyższe ciśnienie sprężania sprawiają, że moc ta jest niewiele mniejsza niż w dwusuwie.

Silnik czterosuwowy ma zawsze zawory (wyjątkiem jest silnik z rozrządem tulejowym - spotykany dziś sporadycznie), przez co wymaga rozrządu - w efekcie jego konstrukcja jest bardziej złożona niż silnika dwusuwowego. Silnik czterosuwowy nie wykazuje strat w paliwie (z uwagi na rozrząd zaworowy) i łatwiej niż silnik dwusuwowy spełnia normy czystości spalin. Stąd obecnie zdecydowana większość spalinowych silników tłokowych pracuje w obiegu czterosuwowym - wyjątkiem są silniki najmniejsze (silniki modelarskie, do motorowerów, najmniejszych skuterów, jak i silniki największe (np. wozikowe do napędu statków, do napędu niektórych spalinowozów) - gdzie dominuje obieg dwusuwowy.

### **Silnik spalinowy wysokoprężny składa się z:**

- **kadłuba z głowicą**
- **układu korbowo-tłokowego** – ma za zadanie zamienić ruch posuwisto-zwrotny tłoka na ruch obrotowy wału korbowego.
- **układu rozrządu** – mechanizm sterujący doprowadzeniem powietrza i odprowadzeniem do kanałów wylotowych gazów spalinowych czyli sterowanie zaworami ssącymi (dolotowymi) i wydechowymi (wylotowymi).
- **układu zasilania paliwem** – zespół powiązanych ze sobą elementów, który dostarcza do komory spalania paliwo w odpowiedniej ilości i pod odpowiednim ciśnieniem.
- **układu chłodzenia** – utrzymuje temperaturę wszystkich części silnika w określonych granicach. W przypadku braku chłodzenia temperatura elementów stykających się z czynnikiem roboczym silnika wzrosłaby. Stan taki doprowadziłby do uszkodzenia silnika.  
**Termostat** w układzie chłodzenia reguluje wielkość strumienia cieczy chłodzącej, która przepływa przez chłodnicę i steruje w ten sposób temperaturę silnika.
- **układu smarowania** – ma za zadanie dostarczenie oleju silnikowego do współpracujących ze sobą części w celu zmniejszenia ich zużycia.
- **układu odprowadzającego spaliny (wylotowego)** – odprowadza spaliny z silnika do miejsca w maszynie, w którym mogą być one wydalone do atmosfery. Zadaniem układu jest również redukcja hałasu towarzyszącego odprowadzaniu spalin.
- **układu dolotowego powietrza** – służy do dostarczenia oczyszczonego powietrza do cylindrów silnika. Układ składa się zwykle z filtra powietrza i przewodów dolotowych. Ponadto jeżeli silnik jest doładowany w układzie dolotowym znajduje się sprężarka doładowująca. w nowoczesnych układach dolotowych znajduje się również **intercooler**.

### **Intercooler**

**Układ wtryskowy Common Rail** – zasilanie wszystkich cylindrów w paliwo przez wspólną magistralę paliwową (tzw. wspólną szynę). Nowością układu jest rozdzielenie funkcji wytwarzania ciśnienia paliwa i sterowania wtryskiem. Wielkość wtryskiwanych dawek paliwa zależy od ciśnienia paliwa i czasu otwarcia wtryskiwaczy.

### **Korzyści z zastosowania w silniku układu wtryskowego Common Rail:**

- obniżenie emisji składników toksycznych w spalinach,
- zmniejszenie hałasu pracy silnika,
- zmniejszenie zużycia paliwa,
- wzrost osiągnięć silnika.

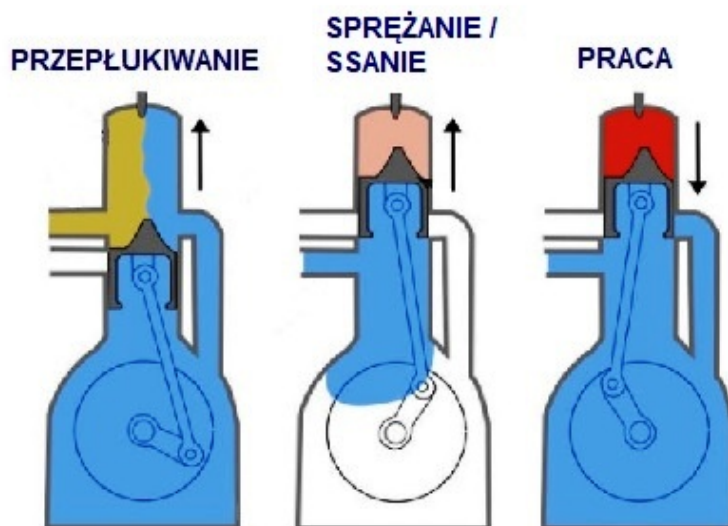
## Zasada pracy silnika dwusuwowego

**Silnik dwusuwowy** jest to silnik spalinowy, w którym cztery fazy pracy (ssanie, sprężanie, praca i wydech) wykonywane są w ciągu dwóch suwów (od górnego do dolnego skrajnego położenia) tłoka.

### Cykl pracy silnika dwusuwowego

- **Suw sprężania** – w pierwszej fazie suwu sprężania następuje płukanie przestrzeni roboczej silnika. Wtedy to spaliny powstałe w poprzednim cyklu pracy są wytłaczane przez kanał wydechowy napływającym świeżym ładunkiem.
- **Suw pracy** – przed dojściem do górnego martwego położenia tłoka następuje zapłon paliwa, które gwałtownie rozprężając się powoduje ruch tłoka w dół do dolnego skrajnego położenia. W końcowej fazie tego suwu może mieć miejsce początek cyklu płukania.

Istnieją konstrukcje silników dwusuwowych zarówno o zapłonie iskrowym, jak i o zapłonie samoczynnym.



Zasada działania silnika dwusuwowego

**Suw sprężania** – w pierwszej fazie suwu sprężania następuje przepłukanie przestrzeni roboczej silnika. Wtedy spaliny powstałe w poprzednim cyklu pracy są wytłaczane przez kanał wydechowy, jednocześnie do przestrzeni roboczej przez kanał międzykomorowy napływa mieszanka paliwowo-powietrzna zgromadzona wcześniej w przestrzeni korbowej silnika. W dalszej fazie suwu sprężania tłok pełniący także rolę zaworu, zamyka kanał wydechowy i międzykomorowy, odsłaniając jednocześnie kanał ssawny. W czasie sprężania mieszanki w komorze spalania, świeża porcja mieszanki paliwowej napływa przez kanał ssawny do przestrzeni korbowej silnika.

**Suw pracy** – Przed dojściem do górnego martwego położenia tłoka następuje zapłon paliwa, które gwałtownie rozprężając się powoduje ruch tłoka w dół do dolnego skrajnego położenia. W końcowej fazie tego suwu odsłaniany jest kanał wydechowy i spaliny zaczynają opuszczać przestrzeń roboczą. Cykl się powtarza.

## Użytkowanie i obsługa maszyn roboczych

W maszynach są stosowane następujące materiały eksploatacyjne:

1. **Paliwa** –etyliny, benzyny, oleje napędowe
2. **Oleje silnikowe** – do silników z ZI-2 suw., do silników z ZI-4 suw., do silników z ZS letnie, zimowe i wielosezonowe o różnej klasie jakościowej i lepkościowej (jaką przewiduje producent)
3. **Oleje przekładniowe**
4. **Oleje hydrauliczne**
5. **Oleje maszynowe**
6. **Smary maziste( plastyczne)** – do łożysk tocznych, ślizgowych i specjalne
7. **Płyny do układów chłodzenia**

### DOKUMENTACJA TECHNICZNA I EKSPLOATACYJNA

Ostatnia nowelizacja dyrektywy maszynowej nakłada na przedsiębiorców nowe obowiązki w zakresie dostosowania maszyn do zaostrożonych wymagań bezpieczeństwa. Poza samym dostosowaniem maszyn i urządzeń konieczne jest też przygotowanie odpowiedniej dokumentacji z tym związanej.

Dokumentacja techniczna i eksploatacyjna zawierać powinna wszystkie informacje istotne z punktu widzenia obsługi maszyny we wszystkich fazach jej użytkowania, zgodnie z jej przeznaczeniem.

Dokumentacja eksploatacyjna maszyny, która powinna być dostarczona wraz z maszyną przez producenta to:

1. Dokumentacja Techniczno – Ruchowa (skrót DTR)

2. Książka maszyny budowlanej (skrót KMB)

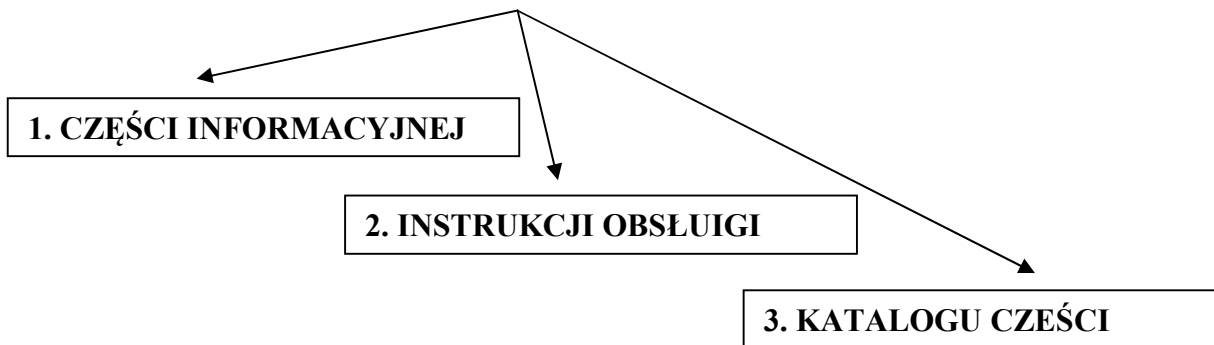
### 1. DOKUMENTACJA TECHNICZNO RUCHOWA (DTR) zwana INSTRUKCJĄ OBSŁUGI I UŻYTKOWANIA

**ZAWIERA** wszystkie niezbędne informacje dla poprawnej technicznie, bezpiecznej, wydajnej i ekonomicznej eksploatacji maszyny:

- podstawowe wiadomości z zakresu BHP właściwych dla danej maszyny,
- ogólne dane techniczne maszyny,
- zagadnienia z zakresu budowy maszyny (schematy, rysunki, opisy),
- zasady sterowania i pracy maszyną (sterowanie, technologia wykonywania podstawowych prac ziemnych)
- zasady obsługi maszyny (tabele smarowania, opis podstawowych czynności obsługowych, będących w zakresie obowiązków operatora).

DTR jest podstawowym źródłem informacji o budowie i zasadzie działania maszyny.

**Dokumentacja techniczno-ruchowa ( DTR) składa się z :**



**1. CZĘŚĆ INFORMACYJNA** zawiera:

- charakterystykę techniczną maszyny
  - nazwa, typ, numer fabryczny, data produkcji,
  - rysunek maszyny z wymiarami podstawowymi,
  - parametry techniczne maszyny np. masa maszyny, wymiary ogumienia, charakterystyka silnika, charakterystyka instalacji elektrycznej i hydraulicznej, pojemność zbiornika paliwa, nominalne prędkości jazdy, udźwig;
- opis techniczny maszyny – ogólna budowa maszyny, opis działania maszyny, schematy ideowe: kinematyczny, hydrauliczny i elektryczny
- wykaz wyposażenia – spis wymiennych osprzętów, spis wyposażenia specjalnego np. reflektory, pasy bezpieczeństwa,
- zakres prac wykonywanych maszyną,
- środki transportu, którymi można przewozić maszynę,

**2. INSTRUKCJA OBSŁUGI** zawiera:

- instrukcję przygotowania maszyny do pracy,
- instrukcję docierania,
- instrukcję sterowania maszyną,
- instrukcję obsługi technicznej (OT)
- instrukcję smarowania i konserwacji,
- instrukcję bhp,
- wykazy: narzędzi, przyrządów, paliw, olejów,
- wykaz części zamiennych,
- wykaz niesprawności i sposobów ich usuwania.

**3. KATALOG CZĘŚCI ZAMIENNYCH** zawiera:

- rysunki poszczególnych zespołów maszyn,
- wykaz części dla każdego zespołu
- informacje dotyczące zamawiania i zakupu części.

DTR jest to podstawowa dokumentacja, z którą zobowiązany jest się zapoznać każdy operator maszyny, przed przystąpieniem do użytkowania i obsługi maszyny. Nieprzestrzeganie podanych w DTR zasad i wytycznych może doprowadzić do przedwczesnego zużycia maszyny.

DTR powinna być dostarczona (**w języku polskim!**) przez producenta (dostawcę) wraz z zakupioną maszyną

## **OBSŁUGA TECHNICZNA MASZYN**

**Obsługa techniczna maszyny** to czynności i zabiegi przeprowadzone na danej maszynie w celu wydłużenia ich żywotności oraz zapewnienia normalnej pracy.

Obsługi techniczne podzielone są na rodzaje w zależności od zakresu wykonywanych czynności i celu, jaki mają spełnić.

### **Rozróżnia się następujące rodzaje obsługa technicznych:**

- codzienną (OTC)
- okresową (OTO)
- sezonową (OTS)
- transportową (OTT)
- magazynową (OTM)
- docierania (OTD)

**Obsługa techniczna codzienna** obejmuje zespół czynności jakie należy wykonać w każdym dniu użytkowania maszyny, aby przygotować ją do pracy, zapewnić sprawność oraz odpowiednio zabezpieczyć po zakończeniu pracy.

Przed rozpoczęciem pracy do obowiązków operatora w ramach obsługi codziennej należy m. in.:

- sprawdzenie czystości maszyny,
- częstotliwości i jakości smarowania,
- stanu ogumienia,
- zużycia materiałów pędnych,
- stanu osłon ochronnych i ogólnego bezpieczeństwa pracy.

**Obsługa okresowa** wykonywana jest cyklicznie, zgodnie z ustalonym harmonogramem, po upływie określonego czasu pracy maszyny lub osiągnięciu określonej liczby kilometrów przejechanych przez pojazd. Polegają one na kontrolowaniu stanu technicznego maszyn i usuwaniu zauważonych wad i usterek, ustaleniu stopnia zużycia części i mechanizmów maszyny oraz sprawdzeniu, czy mechanizmy nie zostały nadmiernie rozregulowane.

Po przeprowadzeniu obsługi okresowej wymienia się części zużyte oraz usuwa usterki np.:

- wymiana oleju silnikowego,
- wymiana filtra oleju, filtra paliwa,
- sprawdzenie poziomu oleju przekładniowego, płynu hamulcowego,

Wyniki podaje się w protokole obsługi, przy czym powinny być one uwzględnione w rocznym planie przeglądów oraz w miesięcznym harmonogramie obsługa okresowych.

**Obsługa sezonowa** ma na celu przygotowanie maszyny do eksploatacji w zmienionych warunkach atmosferycznych, w okresie zimowym i letnim.

Wyżej wymieniona obsługa powinna być wykonana na początku i w końcu okresu zimowego (od 1 listopada do 31 marca każdego roku), która obejmuje:

1.czynności obsługi zimowej”

- przemyć układu chłodzenia i sprawdzenie jego szczelności oraz ewentualne napełnienie mieszanką przeciw zamarzaniu,

- zabezpieczenie silnika przed chłodem,
- zmiana oleju silnikowego i olejów przekładniowych na zimowe,
- przygotowanie prądnicy i akumulatora do pracy w zimie,
- uszczelnienie kabiny kierowcy oraz zabezpieczenie przedniej szyby przed zamarzaniem
- przygotowanie do uruchomienia urządzeń ogrzewania nadwozia

**Obsługa techniczna transportowa** dotyczy odpowiedniego przygotowania maszyny do transportu zapewniając właściwe warunki. Maszyn wymaga bezwzględnego przestrzegania zasad i przepisów zapewniających bezpieczeństwo. Załadunek maszyn na środki transportu jezdniowego może odbywać się za pomocą zintegrowanych z naczepą najazdów. Transport maszyn nie może powodować zagrożenia dla uczestników ruchu drogowego. Ważne jest odpowiednie mocowanie maszyny.

**Obsługa magazynowa** obejmuje zespół czynności, jakie należy wykonać, aby odpowiednio utrzymać maszynę w dobrym stanie technicznym i zapewnić właściwe warunki w czasie magazynowania, i po zakończonym okresie magazynowania przywrócić stan kwalifikujący do przekazania do pracy. Jeżeli maszyna będzie wyłączona na dłuższy czas (powyżej 3 miesięcy), należy wykonać jej konserwację.

**Docieranie** jest procesem polegającym na dopasowaniu wszystkich części współpracujących w maszynie, aby doprowadzić ją do pełnej sprawności technicznej. Wyróżnia się trzy fazy docierania maszyn budowlanych: warsztatowe (wstępne, sprawdzające), zasadnicze (wykonywanie ruchów przy zmiennym obciążeniu), i eksploatacyjne (w warunkach pracy).

## **ZASADY BEZPIECZEŃSTWA PRZY PRACACH MASZYNAMI BUDOWLANymi**

### **WARUNKI DOPUSZCZENIA PRACOWNIKA DO PRACY**

- pracownik winien przystąpić do pracy trzeźwy, bez objawów zaburzeń psychotropowych,
- przy obsłudze maszyn z ruchomymi elementami nie można pracować w odzieży z luźnymi (zwisającymi) częściami jak np.: luźno zakończone rękawy, krawaty, szaliki poły, oraz bez nakryć głowy okrywających włosy,
- posiadanie wymaganych predyspozycji psychicznych i fizycznych,
- ubrany w odzież roboczą przewidzianą dla danego stanowiska w zakładowej tabeli norm odzieży roboczej, nosić hełm ochronny i przypadkach przewidzianych instrukcją obsługi okulary,
- stan zdrowia odpowiedni do wykonywanej pracy potwierdzony świadectwem wydanym przez uprawnionego lekarza,
- zaliczenie odpowiedniego instruktażu: zawodowego, przeszkolenia bhp i p.poż., zapoznanie się z instrukcjami obsługi,
- ukończona co najmniej szkołę zawodową w danej specjalności lub inne uprawnienia do wykonywania zawodu,
- ukończone 18 lat ( młodociany w ramach praktycznej nauki zawodu pod nadzorem instruktora).



### **CZYNNOŚCI PRZED ROZPOCZĘCIEM PRACY**

- dokładnie zapoznać się z dokumentacją wykonawczą i instrukcją obsługi danej maszyny,
- próbnie uruchomić maszynę i sprawdzić jakość jej działania, wykonać test hamulca.

### **PRACOWNIK URUCHAMIAJĄCY URZĄDZENIE POWINIEN PRZED DOKONANIEM TEJ CZYNNOŚCI SPRAWDZIĆ DOKŁADNIE, CZY JEGO URUCHOMIENIE NIE GROZI WYPADKIEM**

- uzupełnić paliwo w zbiorniku do pełna,
- upewnić się czy w zasięgu pracy nie znajdują się osoby postronne,
- uruchomić silnik wyłącznie ze stanowiska operatora.

### **ZASADY I SPOSOBY BEZPIECZNEGO WYKONYWANIA PRACY NIE WOLNO:**

- dopuszczać do obsługi osoby niepowołane,
- obsługiwać urządzenie bez odpowiednich uprawnień i przeszkoleń,
- zdejmować osłony i zabezpieczenia z obsługiwanych maszyn,
- maszyn będących w ruchu: naprawiać, czyścić, smarować (z wyjątkiem przewidzianych w DTR),
- przenosić ładunku nad kabinami lub osobami,
- przewozić dodatkowych osób w kabinie,
- stawać w rozkroku nad liną holowniczą,
- wspinać się na maszynę korzystając z dźwigni sterujących jako uchwytu,
- przekraczać podanych obciążeń maksymalnych,
- ustawiać stabilizatory przebywając w kabinie,
- przebywać w kabinie podczas holowania przy niesprawnych układach kierowniczym i hamulcowym.

### **CZYNNOŚCI PO ZAKOŃCZENIU PRACY**

- uporządkować stanowisko pracy oraz narzędzia i sprzęt ochronny,
- zabezpieczyć sprzęt po zakończeniu pracy w położeniu transportowym,
- zablokować dźwignię sterowania łyżką za pomocą blokady w podłodze kabiny,
- odciąć dopływ oleju do hydrauliki tylnego osprzętu za pomocą wyłącznika na tylnej konsoli.

### **ZASADY POSTĘPOWANIA W SYTUACJACH AWARYJNYCH**

- bezwzględnie należy udzielać pierwszej pomocy poszkodowanym,
- o wadach i / lub uszkodzeniach maszyny należy niezwłocznie zawiadomić przełożonego,
- maszyny w których uszkodzenie stwierdzono w czasie pracy, powinny być niezwłocznie zatrzymane i odpowiednio oznakowane,
- każdy zaistniały wypadek przy pracy zgłaszać swojemu przełożonemu, a stanowisko pracy pozostawić w takim stanie, w jakim nastąpił wypadek,
- dokonywanie zmian w miejscu wypadku jest dopuszczalne, jeżeli zachodzi konieczność ratowania osób lub mienia,
- w sytuacji zaistnienia wypadku śmiertelnego, ciężkiego lub zbiorowego pracę w miejscu wypadku można podjąć po uzgodnieniu z właściwym inspektorem pracy i prokuratorem,

- do czasu ustalenia okoliczności i przyczyn wypadku należy zabezpieczyć miejsce wypadku w sposób wykluczający:
  - dopuszczenie do miejsca wypadku osób niepowołanych,
  - uruchamianie bez koniecznej potrzeby maszyn i innych urządzeń technicznych, które w związku z wypadkiem zostały wstrzymane.

### **ODMOWA PODJĘCIA PRACY MASZYNA**

Jednym z praw pracowników określonych w kodeksie pracy jest możliwość powstrzymania się od wykonywania pracy niebezpiecznej dla zdrowia i życia:

- gdy warunki pracy nie odpowiadają przepisom BHP,
- gdy stwarzają bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia lub życia pracownika albo gdy wykonywana przez niego praca grozi takim niebezpieczeństwem innym osobom.

Jeżeli powstrzymanie się od pracy nie usuwa tego zagrożenia, pracownik może oddalić się z miejsca zagrożenia, informując o tym swego przełożonego. W sytuacjach takich pomimo niewykonania pracy pracownik zachowuje prawo do wynagrodzenia.