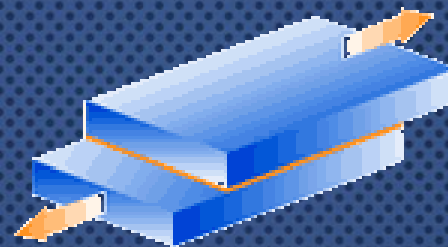




# **METODY I SYSTEMY ORGANIZACYJNE PROCESU TECHNOLOGICZNEGO MONTAŻU**



1. DEFINICJA MONTAŻU
2. PROCES TECHNOLOGICZNY MONTAŻU
3. OPERACJA MONTAŻOWA
4. STRUKTURY I RODZAJE OPERACJI MONTAŻOWYCH

# PODSTAWOWE POJĘCIA



## PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA PROCESU TECHNOLOGICZNEGO MONTAŻU



Elektrownia – montaż kotłów energetycznych i komina o wys. 80m i średnicy 7m, AUSTRIA 2000-01 r.



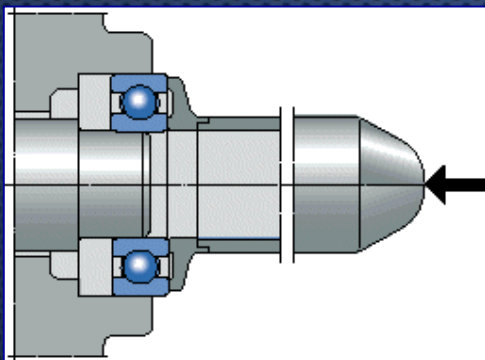
*Montaż kotła energetycznego i komina o wys. 80m i średnicy 7m dla elektrowni Donaustadt, 2000-01 r., AUSTRIA*



*Kompletna linia technologiczna przetwórstwa kruszyw i szkła, 2008 r., SŁOWACJA*



**Montaż** – (z j. franc. montage) – oznacza spiętrzenie, utworzenie, zbudowanie.



- Montaż określa zespół czynności, w wyniku których z części występujących pojedynczo otrzymuje się wyrób.
- Montaż jest końcowym etapem procesu wytwarzania maszyn i urządzeń, podczas którego następuje nadanie określonych cech użytkowych i eksploatacyjnych.

**Maszyna** – zespół mechanizmów we wspólnym korpusie, służy do wykonania określonej użytecznej pracy

**Mechanizm** – układ powiązanych i współpracujących ze sobą części maszyn, mogących wykonywać określone ruchy w wyniku pobierania energii mechanicznej.

**Częścią maszyny** nazywa się elementarny jej składnik wykonany z jednego kawałka materiału, czyli bez użycia czynności montażowych.



## Zespoły elementów konstrukcyjnych

**proste** – zawierają jeden rodzaj połączenia

**złożone** – zawierają kilka rodzajów połączeń

**Jednostka montażowa** – część wyrobu montowana oddzielnie, która następnie bierze udział w procesie montażowym jako jedna całość. Jednostkami montażowymi mogą być: pojedyncze części, podzespoły i zespoły

Tworzenie jednostek montażowych ma wiele zalet, z których najważniejszymi są: skrócenie czasu cyklu montażowego, możliwość lepszej organizacji pracy, lepsze wykorzystanie powierzchni montażowej i urządzeń.





**Proces technologiczny montażu** jest to część procesu produkcyjnego obejmująca ogół czynności mających na celu łącznie poszczególnych części w podzespoły, zespoły, mechanizmy i gotowy wyrób.

### Produkcja jednostkowa

- duża różnorodność wyrobów,
- nieustalona technologia,
- uniwersalne pomoce warsztatowe,
- pracownicy o wysokich kwalifikacjach,
- duży nakład pracy na dopasowanie

### Produkcja jednostkowa

- partia lub seria powtarzająca się w określonych odstępach czasu,
- montaż zespołów,
- montaż wyrobu,
- mniejszy nakład pracy na dopasowanie niż w produkcji jednostkowej

### Produkcja jednostkowa

- jeden i ten sam wyrób w długim okresie czasu,
- na stanowisku wykonywane prace o ściśle określonym zakresie,
- szczegółowy proces technologiczny montażu,
- rozmieszczenie operacji montażowych zgodnie z procesem,
- zasada zamienności całkowitej



**Operacja montażowa** – obejmuje działania wykonywane na jednym stanowisku na określonych jednostkach montażowych, przez jednego lub grupę pracowników, bez przerw na inną pracę.

### Operacja montażowa główna

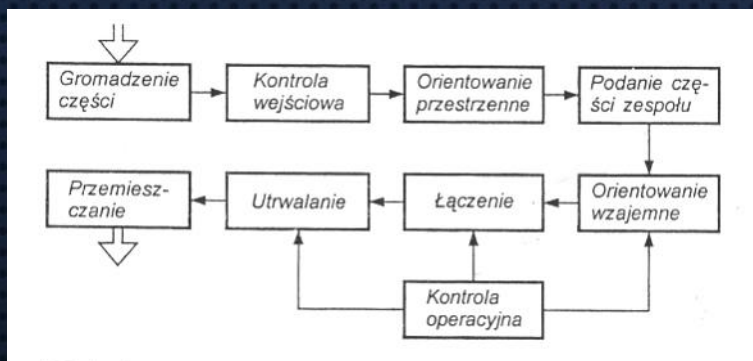
#### Czynności konieczne w procesie technologicznym:

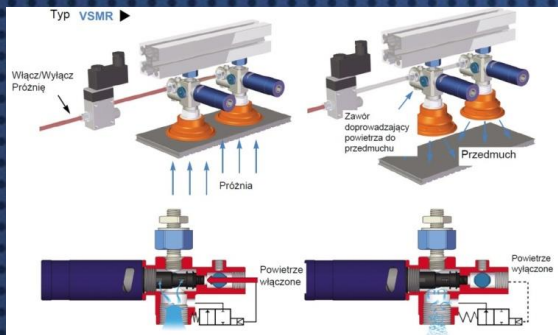
- podawanie części,
- wzajemne ich zorientowanie,
- połączenie,
- utrwalenie połączenia

### Operacja montażowa pomocnicza

#### Czynności konieczne w procesie technologicznym, które nie mają wpływu na właściwości funkcjonalne montowanych jednostek :

- przygotowanie części do połączeń,
- dopasowywanie,
- podgrzewanie lub oziębianie,
- zabezpieczanie przed korozją,
- malowanie





## Typowe czynności montażowe

❖ Przenoszenie jednostek montowanych

❖ Orientowanie wzajemne jednostek

❖ Ustalanie jednostki przyłączanej

❖ Orientowanie wzajemne jednostek

❖ Utrwalenie połączenia

❖ Kontrola połączenia

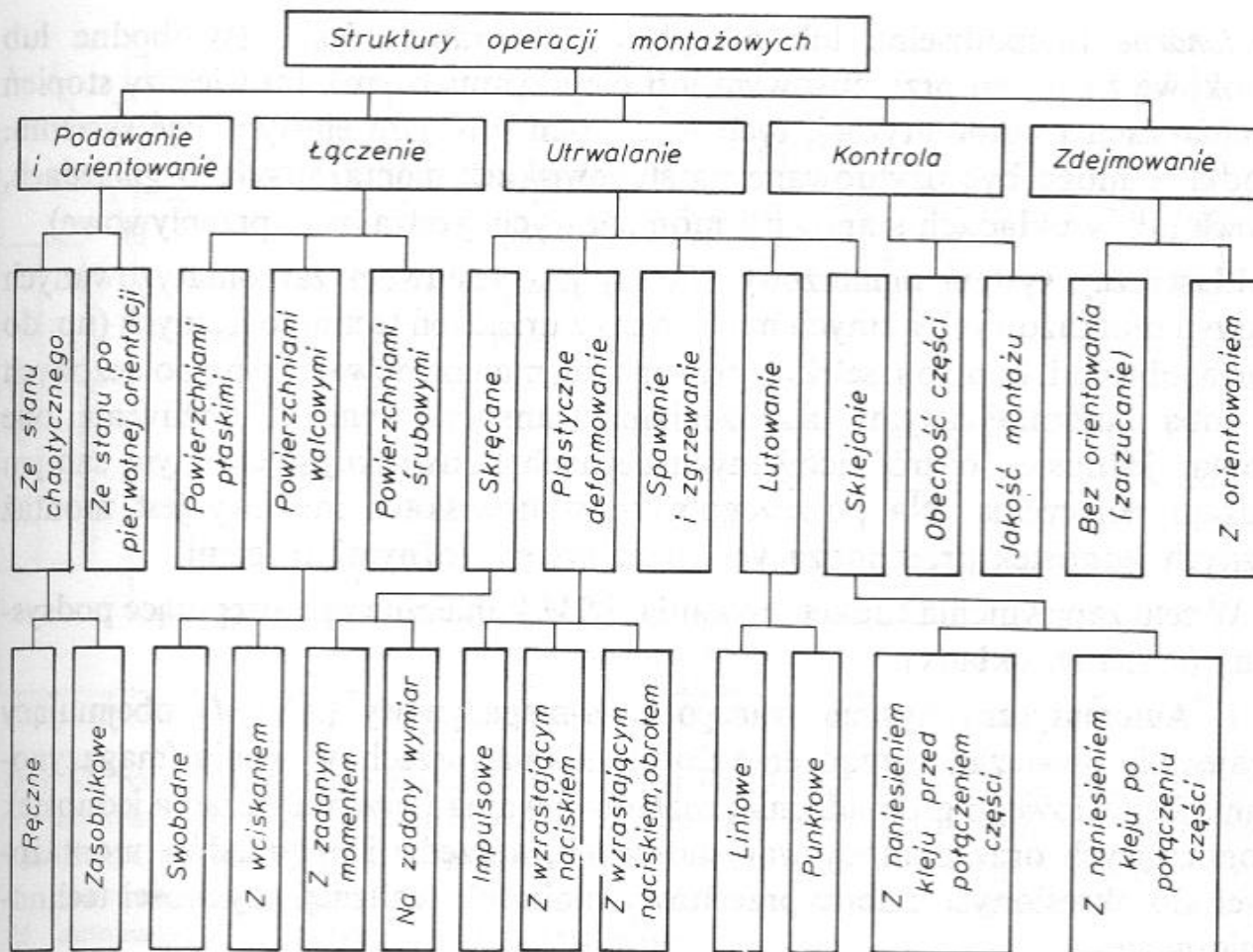
❖ Przemieszczenie jednostki zmontowanej poza przestrzeń roboczą







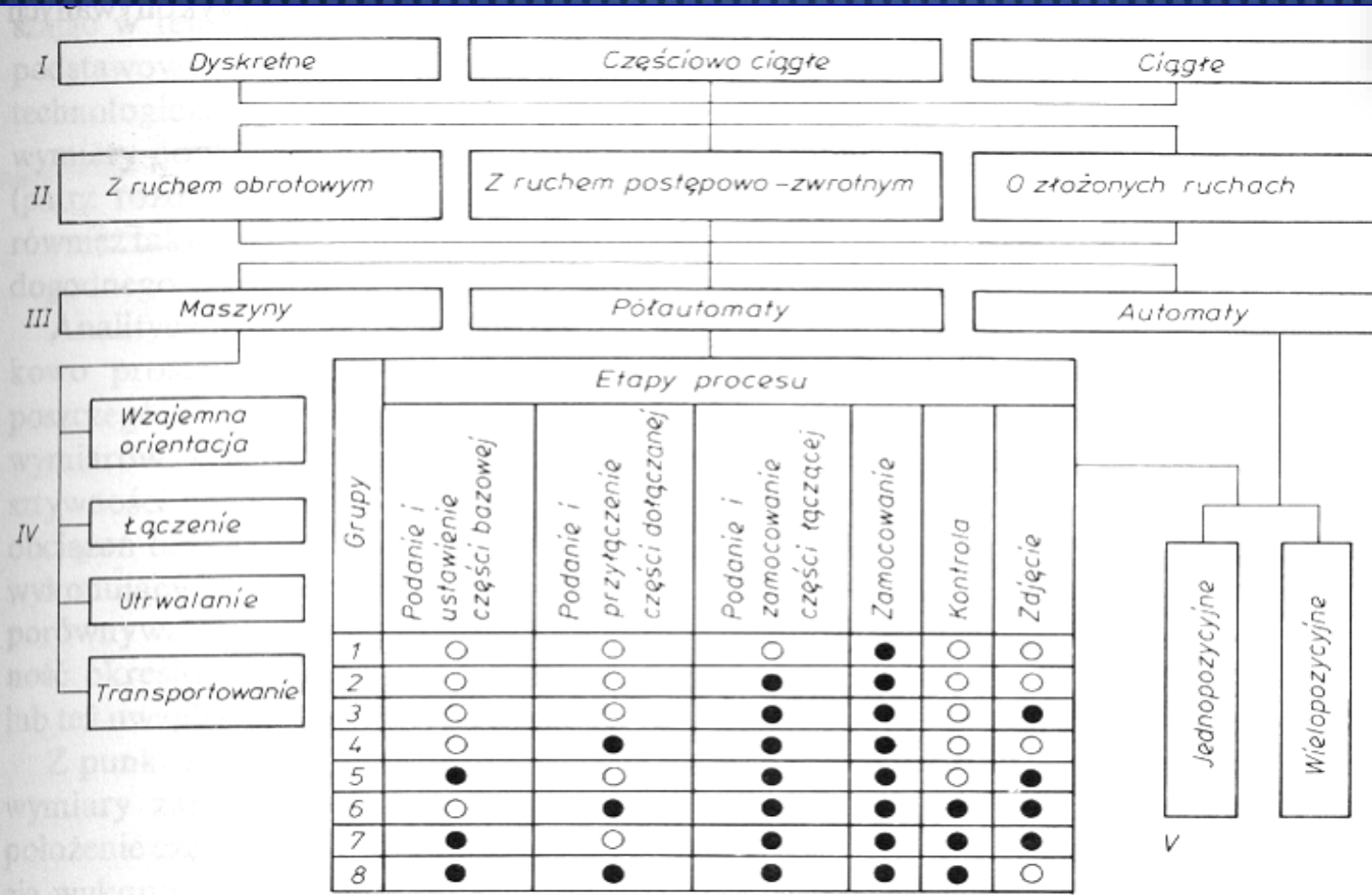
# TECHNOLOGIE SPECJALNE W TECHNOLOGII MONTAŻU



Rys. 1.1. Struktury i rodzaje operacji montażowych



# TECHNOLOGIE SPECJALNE W TECHNOLOGII MONTAŻU



Podział maszyn montażowych

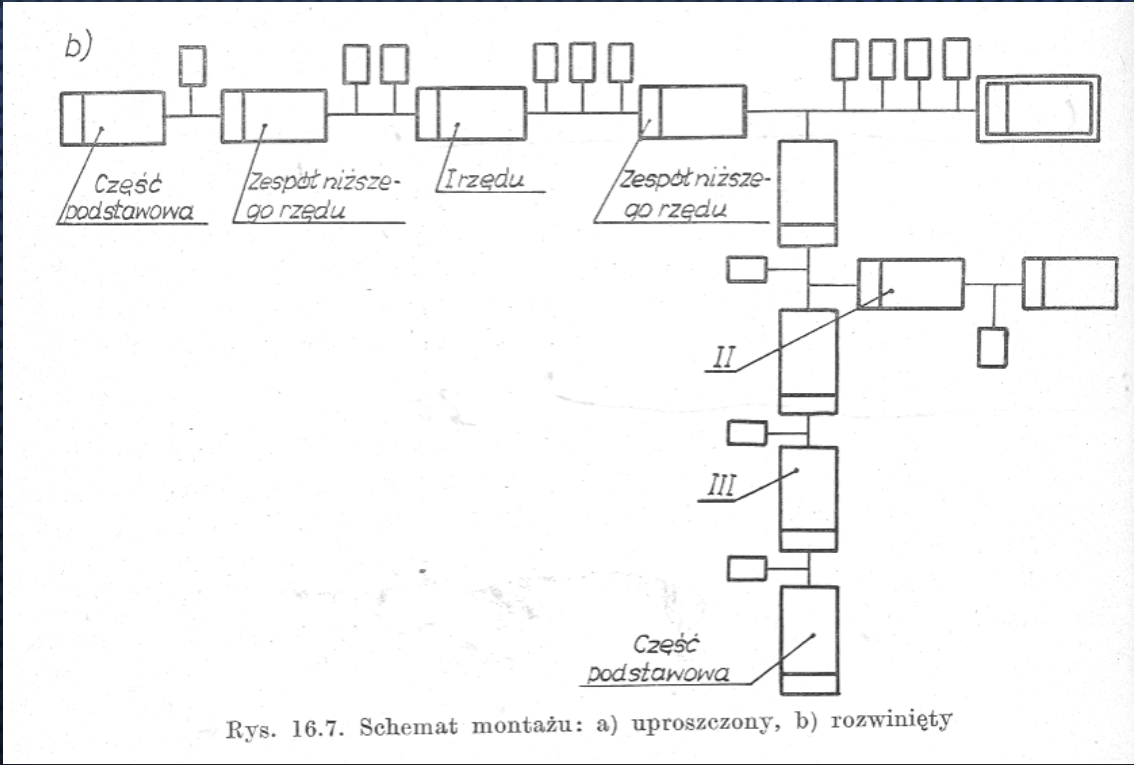
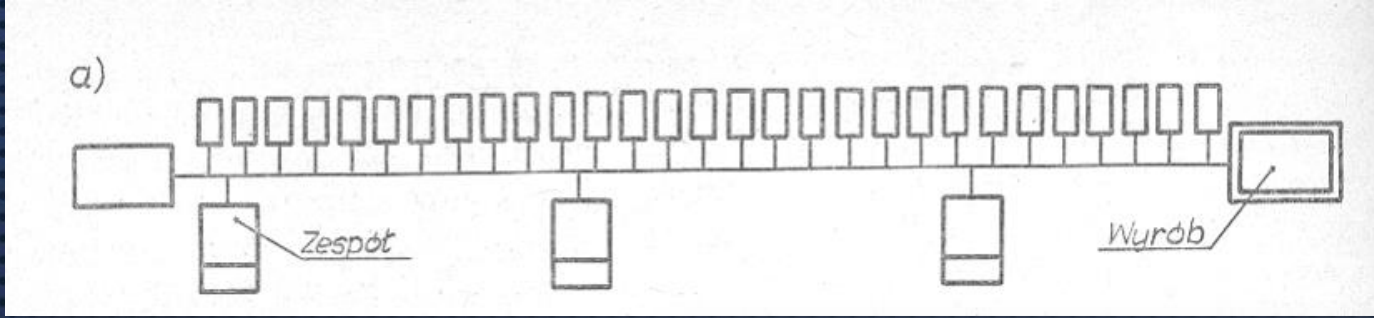
Rys. 2.12. Przykład klasyfikacji maszyn montażowych z różnicowaniem według: *I* - stopnia ciągłości procesu, *II* - cech głównego ruchu roboczego, *III* - stopnia automatyzacji procesu, *IV* - przynależności do etapu procesu montażowego, *V* - liczby pozycji montażowych; ○ - czynności wykonywane ręcznie, ● - czynności wykonywane automatycznie



# TECHNOLOGIE SPECJALNE W TECHNOLOGII MONTAŻU



## Schemat montażu



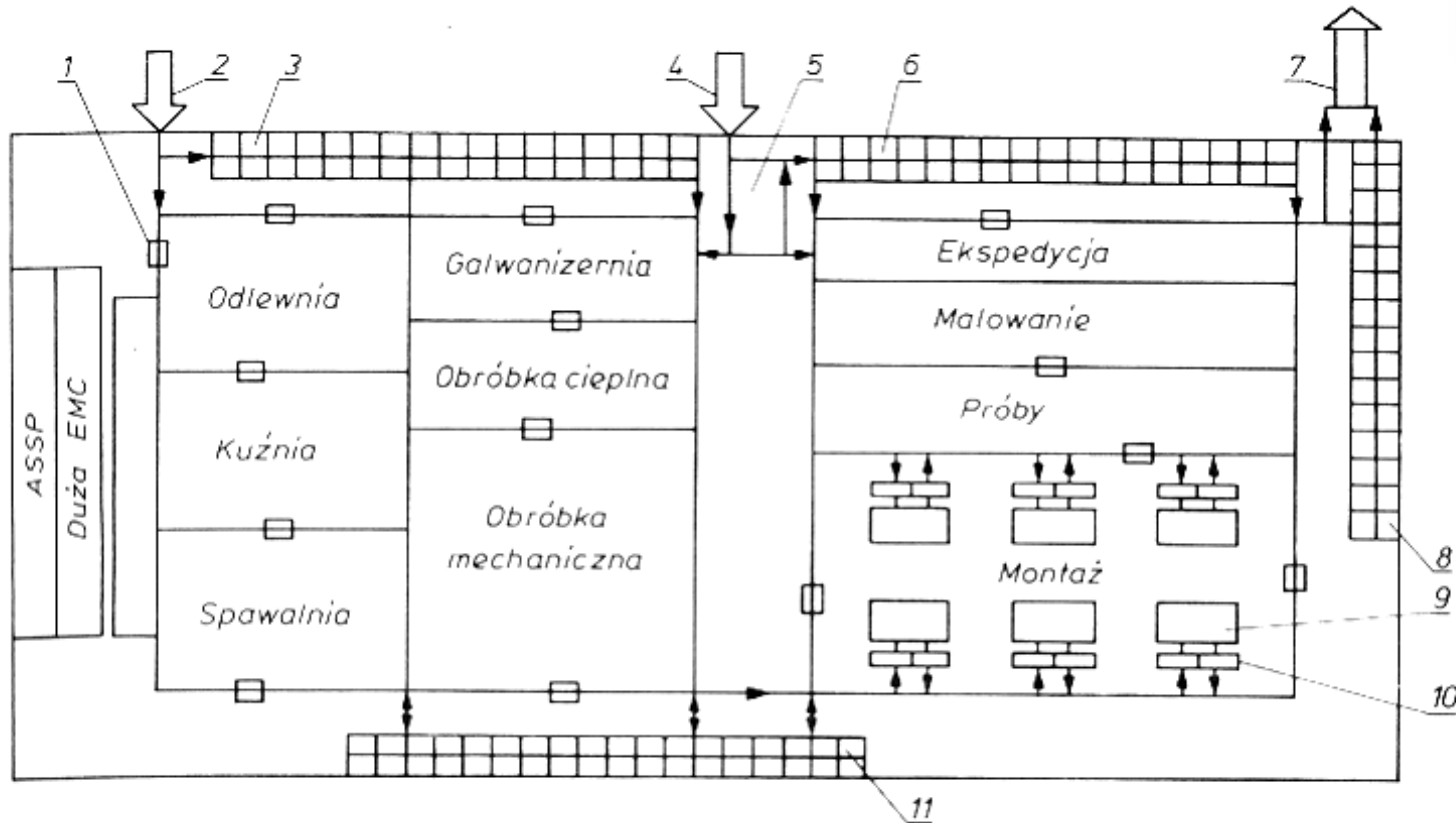
Rys. 16.7. Schemat montażu: a) uproszczony, b) rozwinięty



# TECHNOLOGIE SPECJALNE W TECHNOLOGII MONTAŻU



## Schemat przedsiębiorstwa



Rys. 1.2. Schemat zautomatyzowanego przedsiębiorstwa: 1 - robocar, 2 - dostarczanie materiałów, 3 - automatyczny magazyn materiałów, 4 - dostarczanie części handlowych, 5 - przyjmowanie i kontrola części handlowych, 6 - magazyn wyrobów gotowych, 7 - ekspedycja wyrobów gotowych, 8 - automatyczny magazyn wyrobów gotowych, 9 - centrum montażowe, 10 - zasobnik, 11 - automatyczny magazyn narzędzi i przyrządów



- 1. MONTAŻ Z ZAMIENNOŚCIĄ CAŁKOWITĄ**
- 2. MONTAŻ Z ZAMIENNOŚCIĄ CZĘŚCIOWĄ**

- 2.1. MONTAŻ Z ZAMIENNOŚCIĄ WARUNKOWĄ**
- 2.2. MONTAŻ Z ZASTOSOWANIEM KOMPENSACJI**
- 2.3. MONTAŻ Z INDYWIDUALNYM DOPASOWANIEM**
- 2.4. MONTAŻ Z ZASTOSOWANIEM SELEKCJI**

# **METODY MONTAŻU**



## Metody montażu



### MONTAŻ Z ZAMIENNOŚCIĄ CAŁKOWITĄ

Montaż z zamiennością całkowitą polega na składaniu jednostek montażowych z takich części, które są wykonane według założonych wymiarów i wymagań.

Otrzymana w ten sposób jednostka montażowa powinna wykazywać właściwe działanie bez żadnych poprawek.

Montaż z zamiennością całkowitą wymaga dokładnego wykonania, jednak w granicach założonych wymagań poszczególnych elementów składanych w jednostki montażowe. Przy założonym wymiarze wypadkowym powoduje to znaczne zacieśnienie tolerancji wymiarów poszczególnych części, a tym samym ogniwo łańcuchów wymiarowych, a przez to wpływa na wzrost kosztów produkcyjnych.

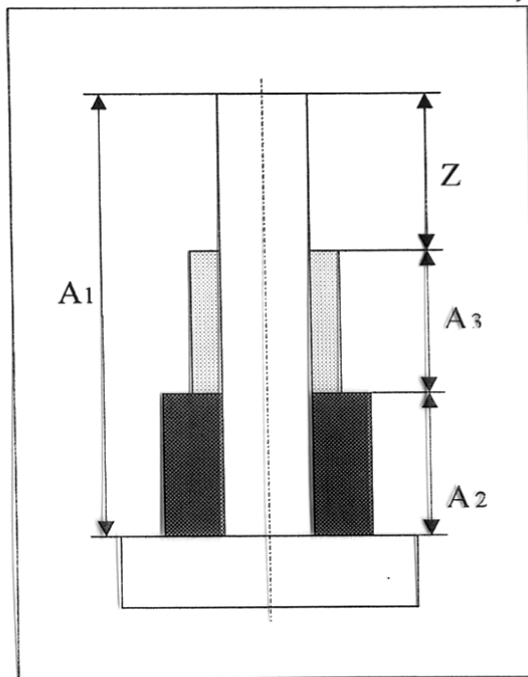
#### Zalety:

- prosty i ekonomiczny montaż zespołów i całego wyrobu, nie wymagający wysoko wykwalifikowanych pracowników,
- najprostsze rozwiązanie zagadnienia części zapasowych,
- produkcja poszczególnych części lub zespołów może być łatwo rozdzielona pomiędzy kilka współpracujących zakładów,
- łatwość normowania czynności montażowych.



## Montaż z zamiennością całkowitą

### Montaż o pełnej zamienności



$$Z_{\max} = A_{1\max} - (A_2 + A_3)$$

$$Z_{\min} = A_{1\min} - (A_2 + A_3)_{\max}$$

$$T_z = Z_{\max} - Z_{\min} = A_{1\max} - A_{2\min} - A_{3\min} - A_{1\min} + A_{2\max} + A_{3\max} = T_{A1} + T_{A2} + T_{A3}$$

$$\text{stad } T_z = \sum_{i=1}^n T_i$$

$n$  – liczba ogniw łańcucha wymiarowego bez ogniwa zamykającego

$T_i$  - tolerancja ogniwa bieżącego



## Metody montażu

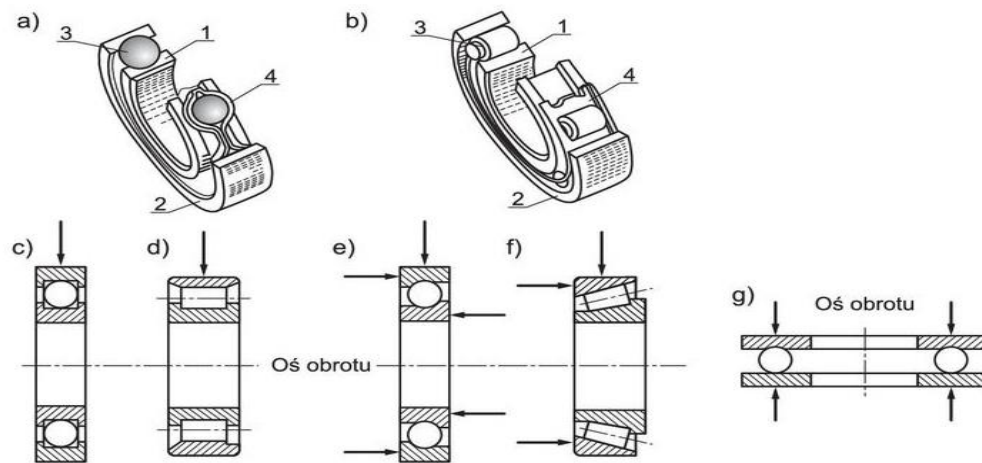


MONTAŻ Z ZAMIENNOŚCIĄ CAŁKOWITĄ

Montaż z zamiennością częściową

Montaż z zamiennością częściową może być realizowany jako montaż:

- z zamiennością warunkową,
- z zastosowaniem kompensacji (kompensacja konstrukcyjna),
- z indywidualnym dopasowaniem części (kompensacja technologiczna).
- z zastosowaniem selekcji



Rys. 4.5. Podstawowe łożyska i główne kierunki obciążeń: a) konstrukcja łożyska kulkowego, b) konstrukcja łożyska walcowego, c) kulkowe poprzeczne, d) walcowe poprzeczne, e) kulkowe poprzeczno-wzdłużne, f) walcowe stożkowe poprzeczno-wzdłużne, g) kulkowe wzdłużne [1]





## Metody montażu



MONTAŻ Z ZAMIENNOŚCIĄ CAŁKOWITĄ

Montaż z zamiennością częściową

**Montaż z zamiennością warunkową**

**Montaż z zamiennością warunkową** to montaż, przy którym nie dąży się do zachowania w każdym przypadku założonych granic wymiaru warunkowego, lecz zadowala się prawdopodobieństwem, że liczba wadliwych zespołów nie przekroczy pewnego ustalonego procentu, najczęściej 27%.

Przy takiej zamienności celowo rozszerza się tolerancje niektórych wymiarów, zakładając, że oszczędności na obróbce będą większe w stosunku do zwiększonego czasu przy montażu. Dla produkcji korzystniej jest stosować w niektórych przypadkach wymianę np. jednej części o największym wpływie, niż zacieśniać tolerancje (a przez to podnosić koszty wykonania tej części). Zakłada się, że niekorzystny zbieg odchylek zdarza się bardzo rzadko.



# TECHNOLOGIE SPECJALNE W TECHNOLOGII MONTAŻU



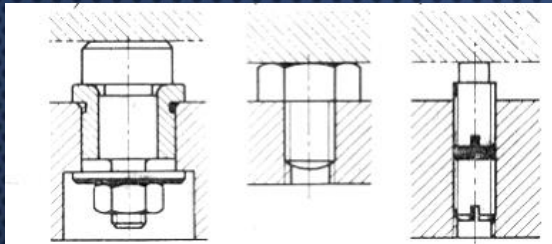
## Metody montażu

MONTAŻ Z ZAMIENNOŚCIĄ CAŁKOWITĄ

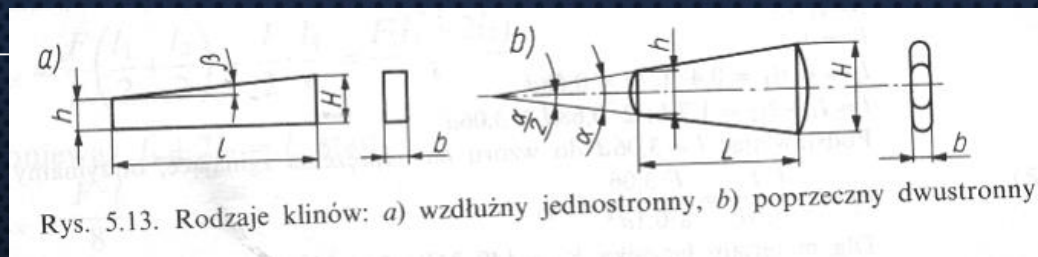
Montaż z zamiennością częściową

Montaż z zamiennością warunkową

Montaż z zastosowaniem kompensacji



**Montaż z zastosowaniem kompensacji** (kompensacja konstrukcyjna) – polega na tym, że wymaganą dokładność wymiaru wynikowego uzyskuje się za pomocą wprowadzenia do konstrukcji danej jednostki montażowej elementu kompensacyjnego, umożliwiającego uzyskanieżądanego wymiaru w pewnych określonych granicach.



W praktyce stosuje się różnego rodzaju kompensatory nieciągłe (podkładki, tulejki dystansowe) oraz kompensatory ciągłe (śruby, kliny).



# TECHNOLOGIE SPECJALNE W TECHNOLOGII MONTAŻU



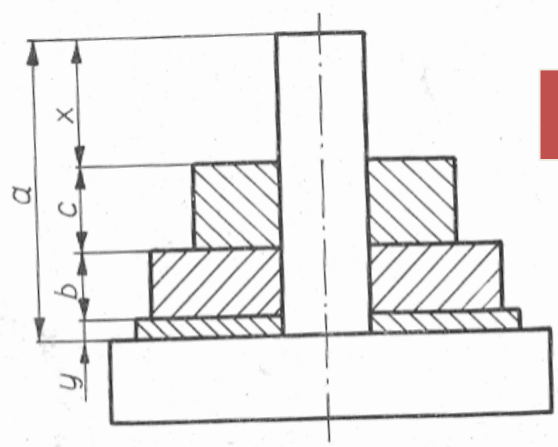
## Metody montażu

MONTAŻ Z ZAMIENNOŚCIĄ CAŁKOWITĄ

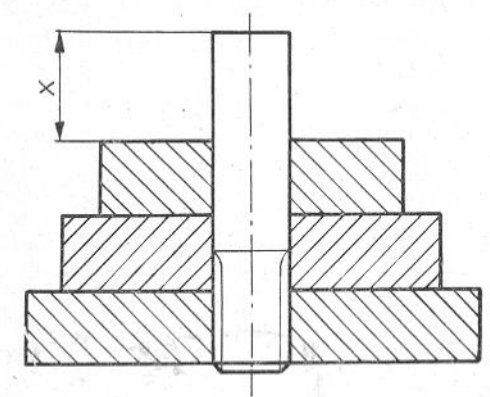
Montaż z zamiennością częściową

Montaż z zamiennością warunkową

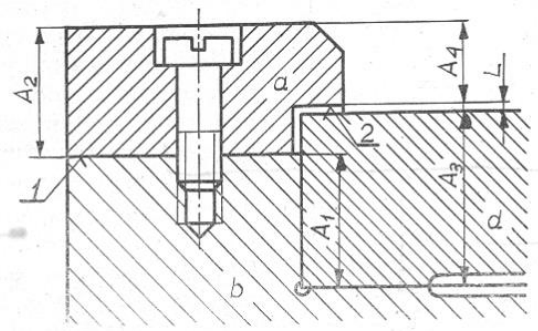
Montaż z zastosowaniem kompensacji



Montaż z kompensatorem stałym:  $b, c$  wymiary części,  $y$  – wymiar kompensatora



Rys. 16.5. Montaż z kompensatorem zamiennym



Rys. 16.6. Przykład montażu z kompensacją technologiczną



# TECHNOLOGIE SPECJALNE W TECHNOLOGII MONTAŻU



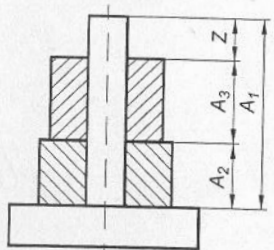
## Metody montażu

MONTAŻ Z ZAMIENNOŚCIĄ CAŁKOWITĄ

Montaż z zmiennością częściową

Montaż z zmiennością warunkową

**Montaż z zastosowaniem kompensacji**

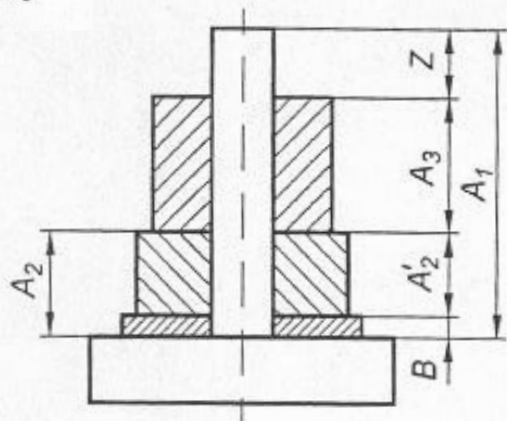


Rys. 1.5. Łańcuch wymiarowy zespołu prostego

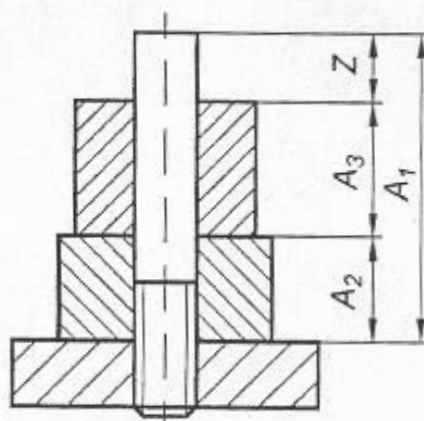
$$Z_{\max} = A_{1\max} - (A_2 + A_3)_{\min}$$

$$Z_{\min} = A_{1\min} - (A_2 + A_3)_{\max}$$

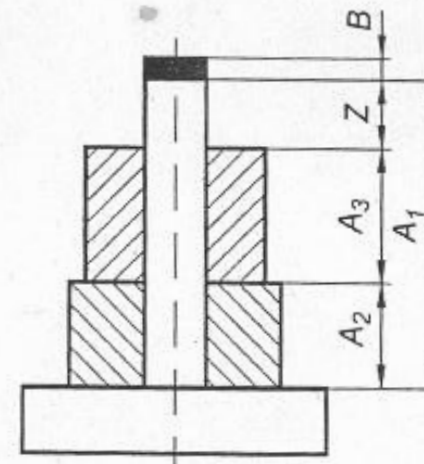
$$T_z = Z_{\max} - Z_{\min} = T_{A_1} + T_{A_2} + T_{A_3}$$



Rys. 1.7. Schemat montażu z dobraćnym kompensatorem konstrukcyjnym



Rys. 1.8. Schemat montażu z regulowanym kompensatorem konstrukcyjnym



Rys. 1.9. Schemat montażu z kompensatorem technologicznym



## Metody montażu

MONTAŻ Z ZAMIENNOŚCIĄ CAŁKOWITĄ

Montaż z zamiennością częściową

Montaż z zamiennością warunkową

Montaż z zastosowaniem kompensacji

**Montaż z indywidualnym dopasowaniem**

**Montaż z indywidualnym dopasowaniem (z kompensacją technologiczną)** polega na tym, że wymaganą tolerancję wymiaru wynikowego osiąga się przez zmianę wymiaru jednej, z góry określonej części, za pomocą szlifowania, toczenia, piłowania, skrobania itp. Stosowany jest w produkcji jednostkowej i małoseryjnej.

Przy zastosowaniu takiego montażu należy na ogniwie kompensacyjnym przewidzieć odpowiedni naddatek umożliwiający, nawet przy najmniej korzystnym zbiegu odchyłek wymiarów składowych, dokonanie odpowiedniej obróbki – kompensacja technologiczna.

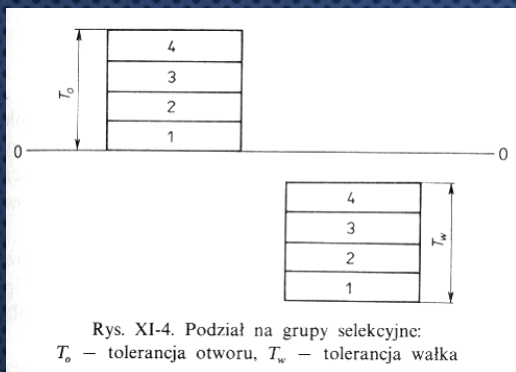
**Wada:** duża pracochłonność, konieczność zatrudnienia pracowników o wysokich kwalifikacjach.



## Metody montażu



MONTAŻ Z ZAMIENNOŚCIĄ CAŁKOWITĄ



Montaż z zamiennością częściową

Montaż z zamiennością warunkową

Montaż z zastosowaniem kompensacji

Montaż z indywidualnym dopasowaniem

**Montaż z zastosowaniem selekcji**

**Montaż z zastosowaniem selekcji** – jest stosowany w tych przypadkach, gdy wymagana dokładność wykonania części składowych zespołu jest technicznie nieosiągalna lub ekonomicznie nieopłacalna przy danym wyposażeniu warsztatu.

- Montaż ten odnosi się najczęściej do pasowań wałka z otworem w tulei i tarczy.
- Montaż ten wymaga przeprowadzenia odpowiednich pomiarów i oznakowania części określającej ich przynależność do odpowiedniej grupy selekcyjnej.
- Polega na zmierzeniu całej partii elementów montowanych, podzieleniu na grupy w taki sposób, że w każdej grupie są jednostki o wymiarach granicznych zawartych np. w 3 częściach tolerancji całej partii (wówczas są to 3 grupy selekcyjne).



## Metody montażu



### MONTAŻ Z ZAMIENNOŚCIĄ CAŁKOWITĄ

- Metoda montażu selekcyjnego oparta jest na grupowym doborze jednostek montażowych.
- Metoda ta stosowana jest głównie przy łączeniu dwóch lub trzech części okrągłych.

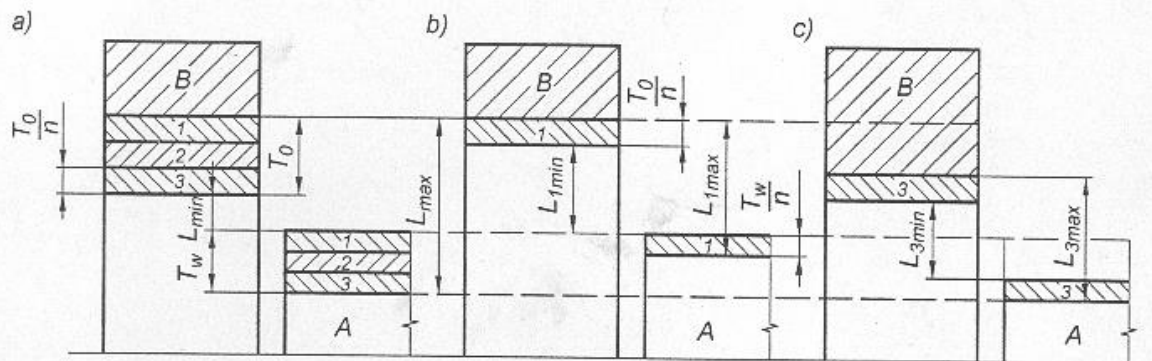
### Montaż z zamiennością częściową

#### Montaż z zamiennością warunkową

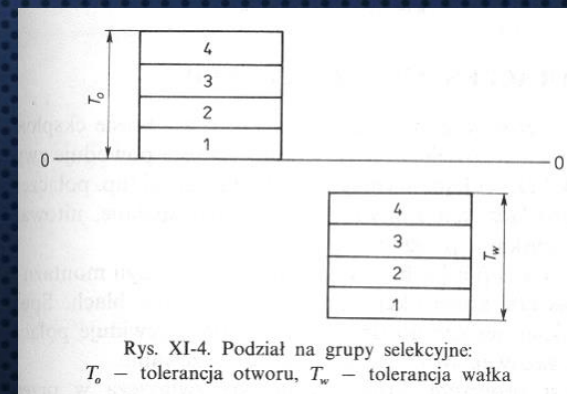
#### Montaż z zastosowaniem kompensacji

#### Montaż z indywidualnym dopasowaniem

### Montaż z zastosowaniem selekcji



Rys. 1.6. Schemat montażu selekcyjnego, gdy  $T_0 = T_w$ : a) luz minimalny i maksymalny połączenia; b) luz minimalny przy kojarzeniu grupy 1; c) luz minimalny przy kojarzeniu grupy 3





# TECHNOLOGIE SPECJALNE W TECHNOLOGII MONTAŻU



## Metody montażu

MONTAŻ Z ZAMIENNOŚCIĄ CAŁKOWITĄ

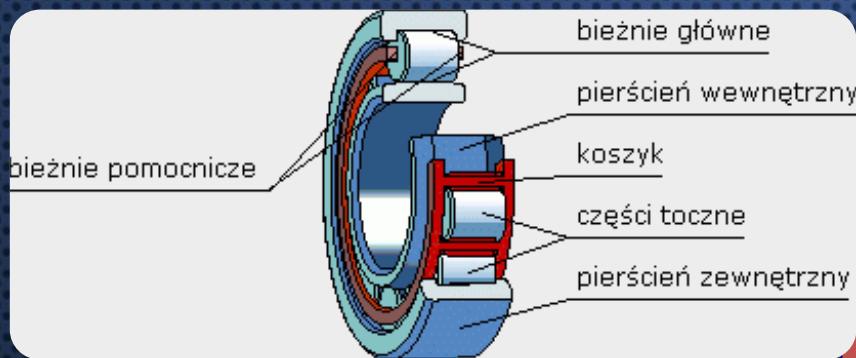
Montaż z zamiennością częściową

Montaż z zamiennością warunkową

Montaż z zastosowaniem kompensacji

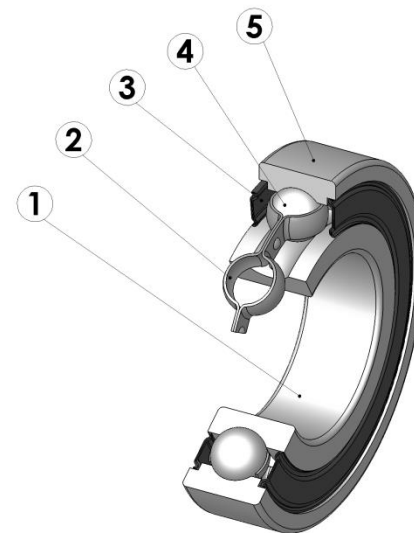
Montaż z indywidualnym dopasowaniem

**Montaż z zastosowaniem selekcji**



Istnieje metoda montażu selekcyjnego, która oparta jest na indywidualnym doborze dla określonej jednostki bazowej (np. pierścieni łożysk) wieloskładnikowego ogniwa o określonych wymiarach (np. kulek lub rolek).

Przed montażem występuje kompletacja elementów, np. wyznacza się  $n=5-10$  grup kulek i znajduje się taką parę pierścieni, do której odpowiednia grupa kulek będzie pasować, czyli uzyska się odpowiedni luz promieniowy w łożysku.



Przekrój przez jednorzędowe łożysko kulkowe zwykłe kryte:

1 – pierścień wewnętrzny, 2 – koszyk, 3 – blaszka osłaniająca, 4 – kulka, 5 – pierścień zewnętrzny



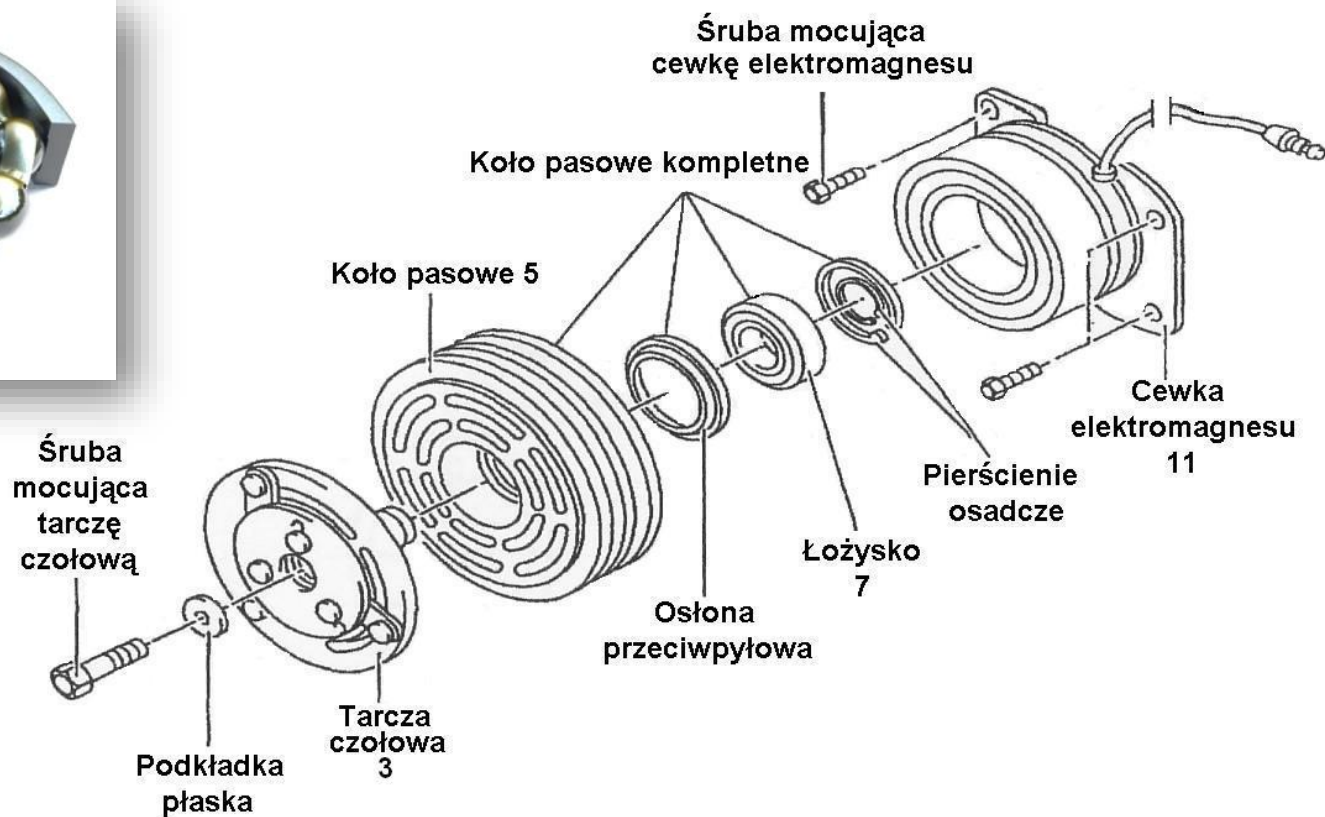


## Metody montażu



MONTAŻ Z ZAMIENNOŚCIĄ CAŁKOWITĄ

Montaż z zamiennością częściową



## Budowa sprzęgła elektromagnetycznego

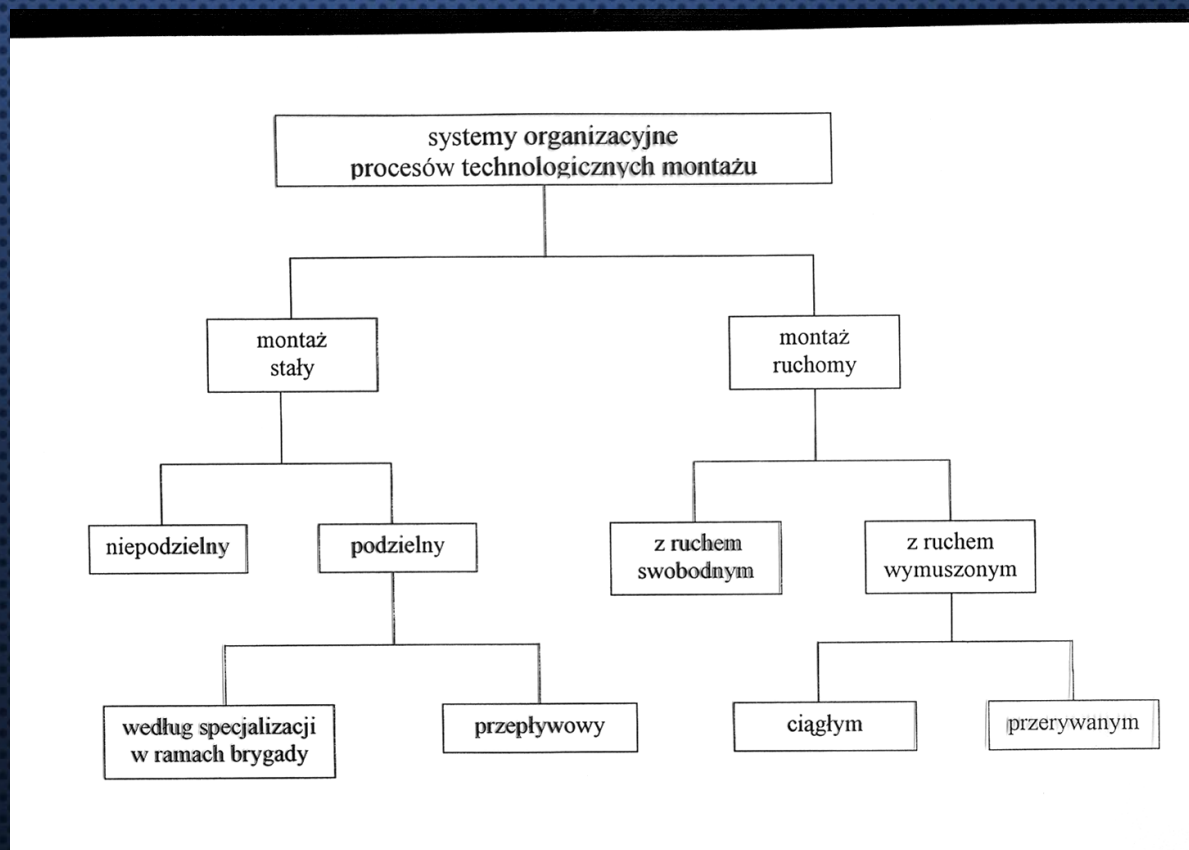
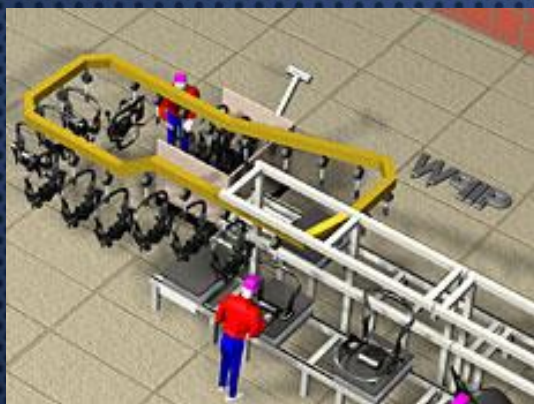


1. MONTAŻ STAŁY
2. MONTAŻ RUCHOMY
3. URZĄDZENIA I STANOWISKA  
MONTAŻOWE

# SYSTEMY ORGANIZACYJNE MONTAŻU



# Systemy organizacyjne w procesach montażu





## Montaż na jednym miejscu (stanowiskowy lub stacjonarny)

**Montaż stały** – jest przyjęty w produkcji jednostkowej i małoseryjnej, a w bardzo rzadkich przypadkach (gdy montowane są duże maszyny) w produkcji seryjnej.

### Montaż stały może być:

- **niepodzielny** – stosowany najczęściej w produkcji jednostkowej i małoseryjnej, wymaga dużej powierzchni montażowej i jest długotrwały
- **podzielny** – jest bardziej wydajny, gdyż umożliwia zatrudnienie kilku brygad do montowania zespołów, a montaż ogólny wykonuje oddzielnie inna brygada.

Istnieje forma montażu stałego spotykana w produkcji seryjnej oparta na zasadzie montażu podzielnego - jeden robotnik wykonuje tą samą operację przechodząc z jednego stanowiska na drugie, a montowane jednostki stoją w ciągu całego montażu w jednym miejscu. Jest odmianą montażu przepływowego- w produkcji seryjnej występuje jako montaż ruchomy.



## Montaż ruchomy

**Montaż ruchomy** - polega na tym, że na poszczególnych stanowiskach wykonywane są stale te same, ściśle określone i powtarzające się operacje, po których wykonaniu zespół niższego rzędu lub zespół pierwszego rzędu, czy cała maszyna, przenoszone są na następne stanowiska. Stanowiska te ustalone są zgodnie z kolejnością operacji procesu technologicznego montażu.



**Montaż ze swobodnym ruchem montowanego wyrobu (lub zespołu)**

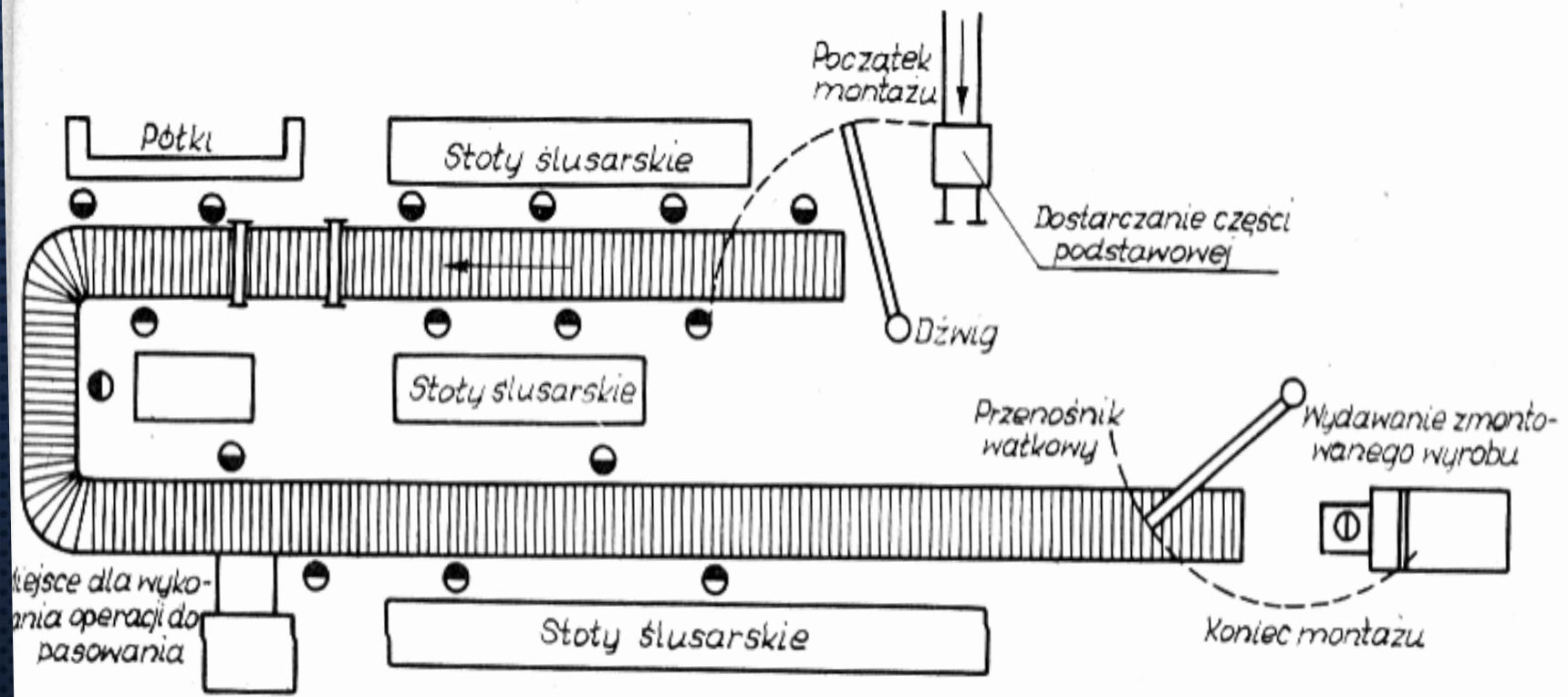
Cecha charakterystyczna - przesuwanie obiektu montowanego na przenośnikach rolkowych, różnego typu wózkach, pochylniach, stołach montażowych.

**Montaż z przymusowym ruchem montowanego wyrobu**

Cecha charakterystyczna – Urządzenie transportowe, na którym odbywa się montaż, ma ruch przymusowy.  
Odmiany: z ruchem przymusowym przerywanym o ciągłym.



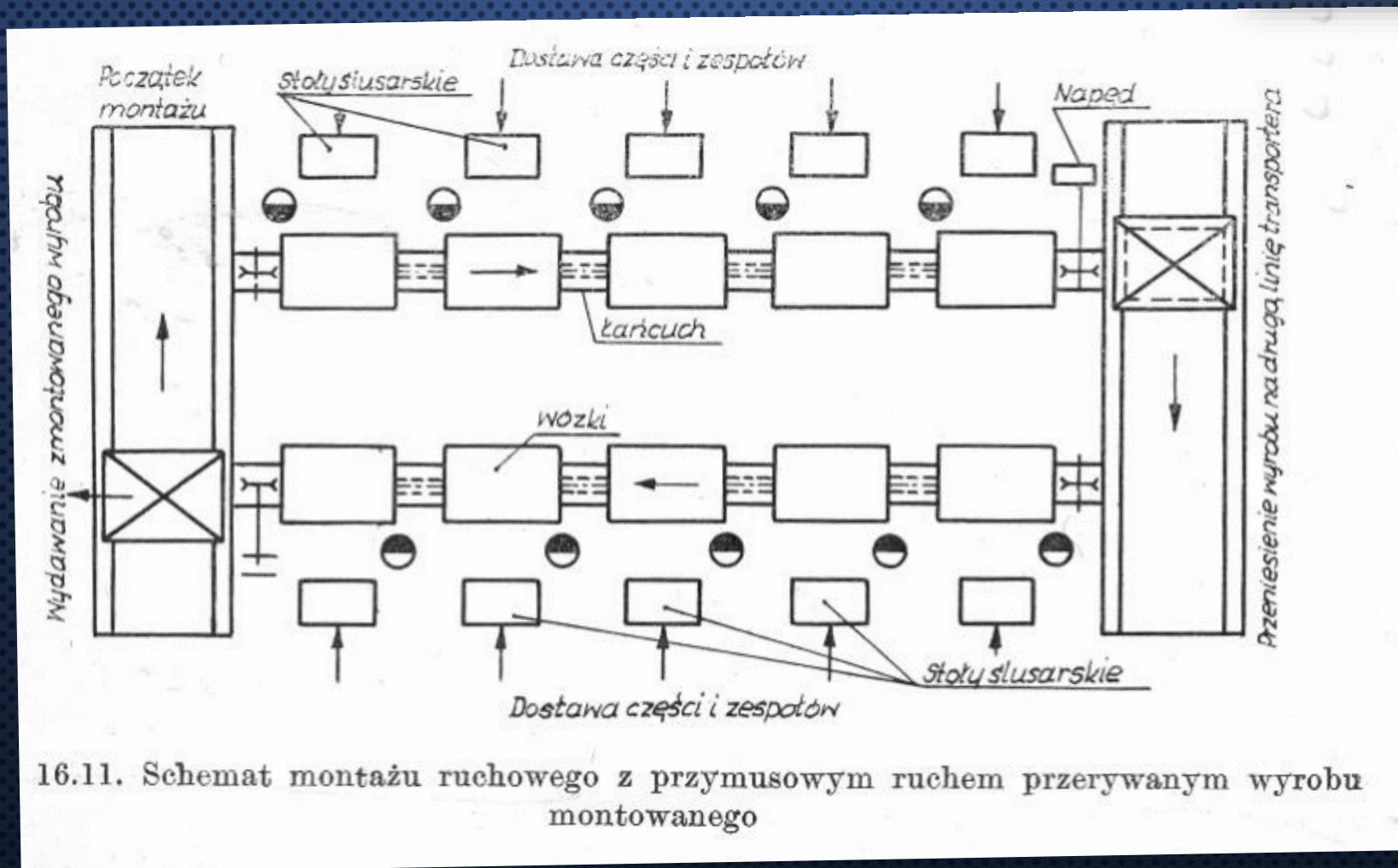
# Montaż ruchomy



rys. 16.10. Schemat montażu ruchomego ze swobodnym ruchem obiektu montowanego



## Montaż ruchomy





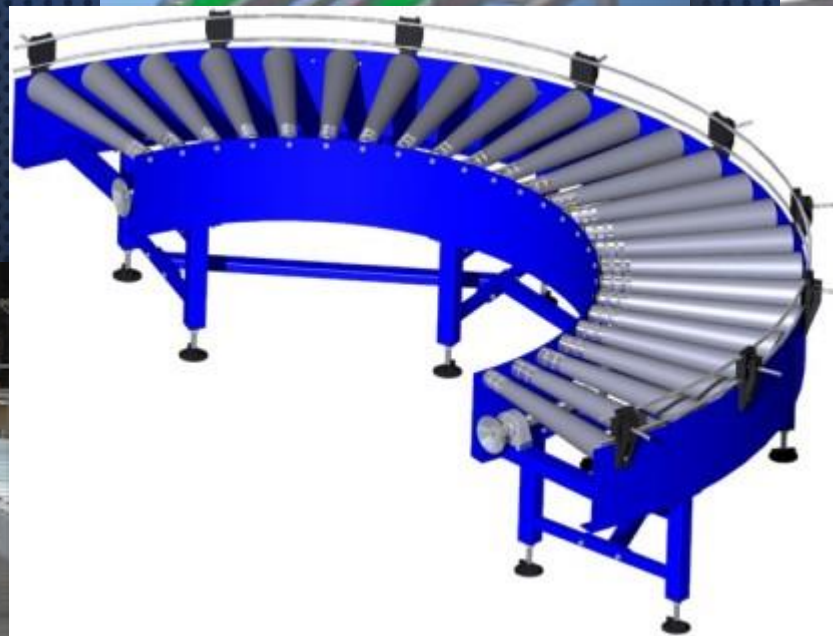
Przenośniki łańcuchowe i rolkowe

Montaż ruchomy



Przenośniki paskowe

Przenośniki taśmowe



Przenośniki łukowe





## Montaż ruchomy

### Przenośniki podwieszane





# TECHNOLOGIE SPECJALNE W TECHNOLOGII MONTAŻU



Montaż ruchomy

Stoły montażowe





## Montaż ruchomy – linia montażowa

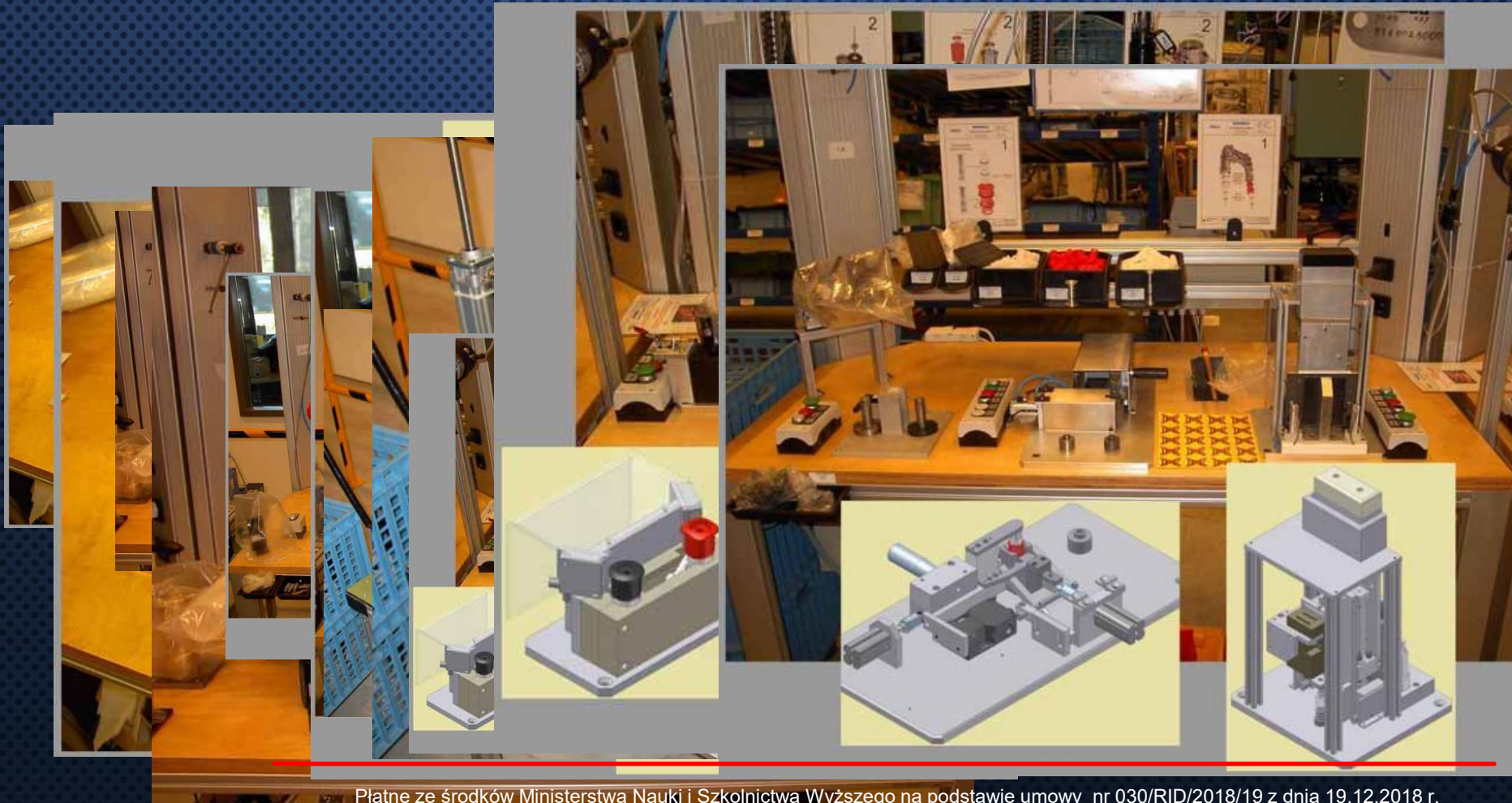




## Montaż ruchomy – linia montażowa

Linia do montażu zaworu układu hamulcowego

Linia składa się z 4 stanowisk montażowych.



# DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ !!!

## Metody i systemy organizacyjne procesu technologicznego montażu

**POLITECHNIKA LUBELSKA**  
Katedra Podstaw Inżynierii Produkcji  
dr hab. inż. Anna Rudawska

---

Projekt „ Politechnika Lubelska – Regionalna Inicjatywa Doskonałości”  
– finansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego



Ministerstwo  
Nauki  
i Szkolnictwa  
Wyższego

