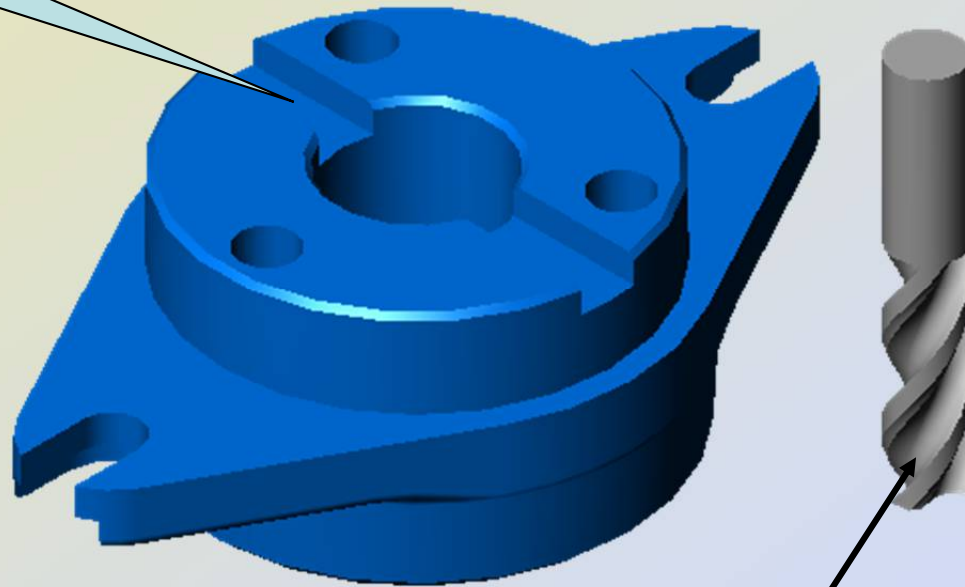


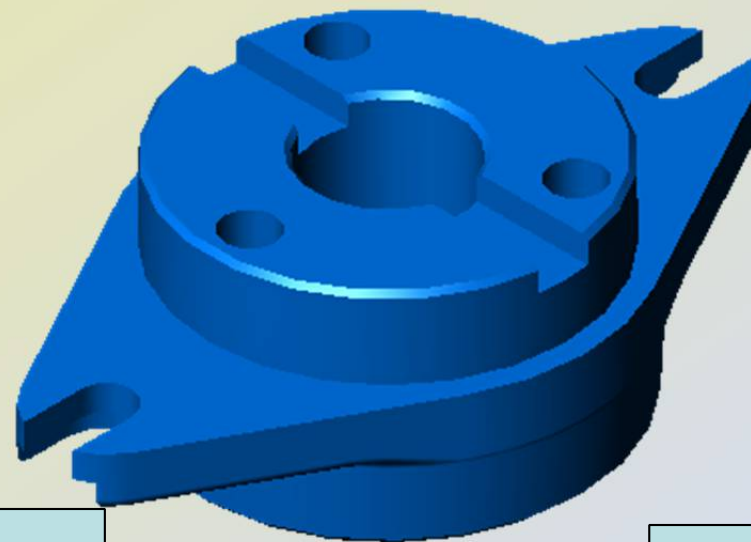
# ile stopni swobody należy odebrać ?

Rowek w osi przedmiotu



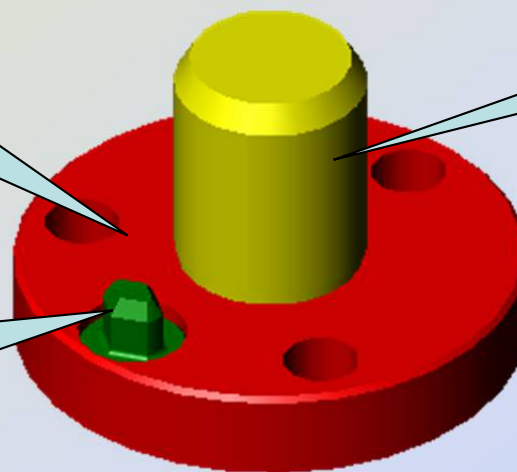
Obróbka frezem palcowym

# Ustalenie



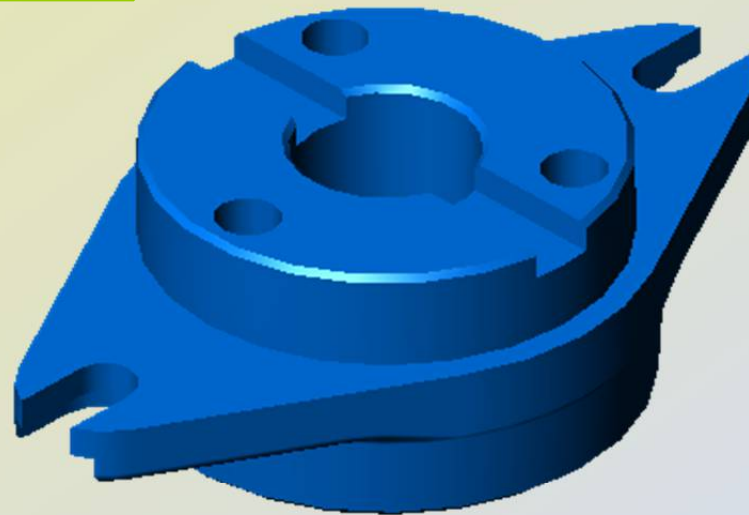
płaszczyzna  
ustalająca

kołek ustalający



kołek  
ścięty  
ustalający  
kątowo

## Ustalenie p.o.

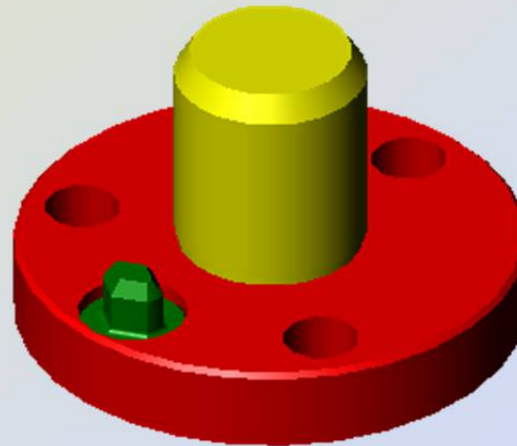


### Bazy pomocnicze:

- otwór centralny
- otwór na obwodzie

### Elementy ustalające:

- płaszczyna kołnierza,
- średnica kołka
- fragmenty średnicy kołka ściętego

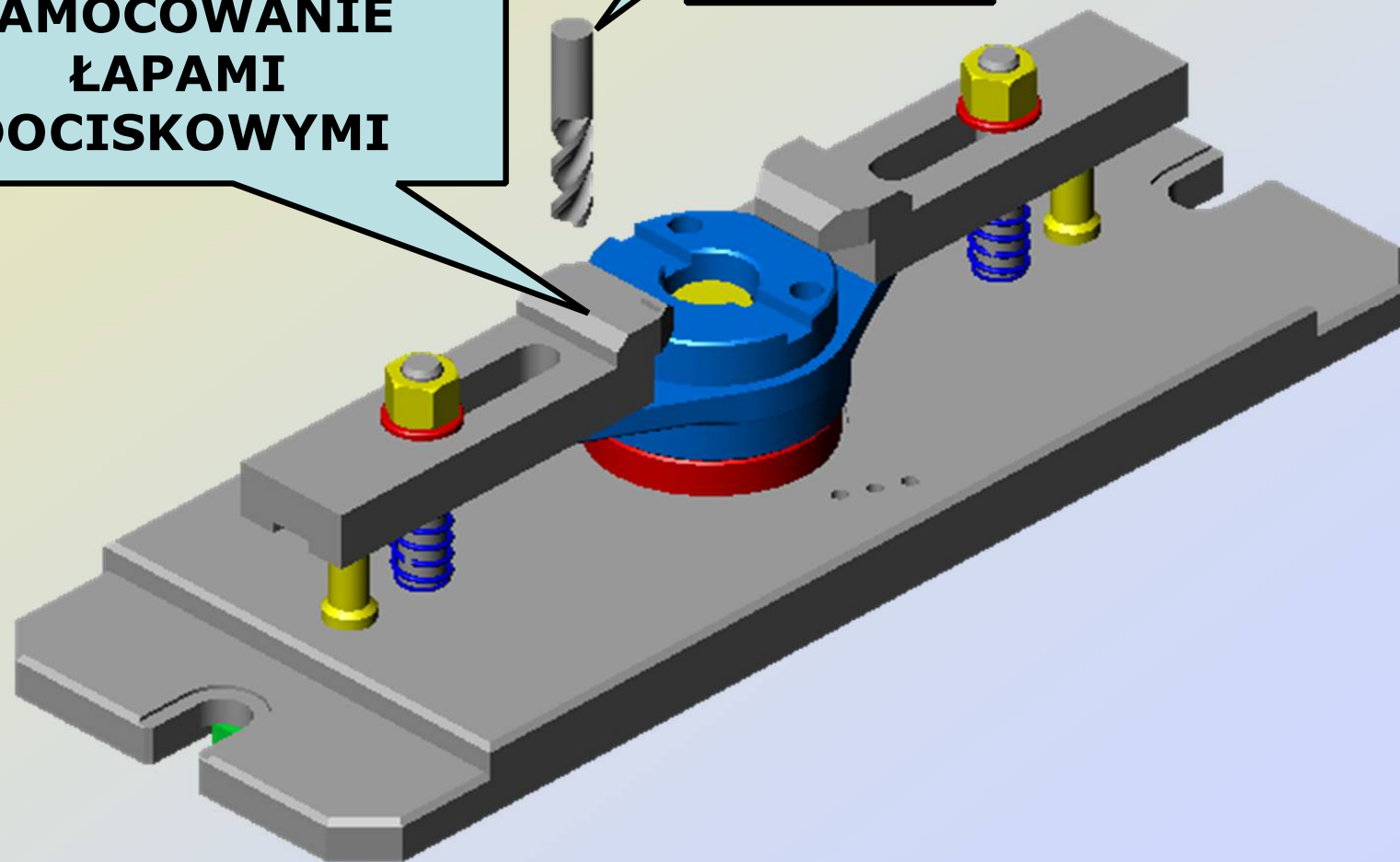


### Baza stykowa główna:

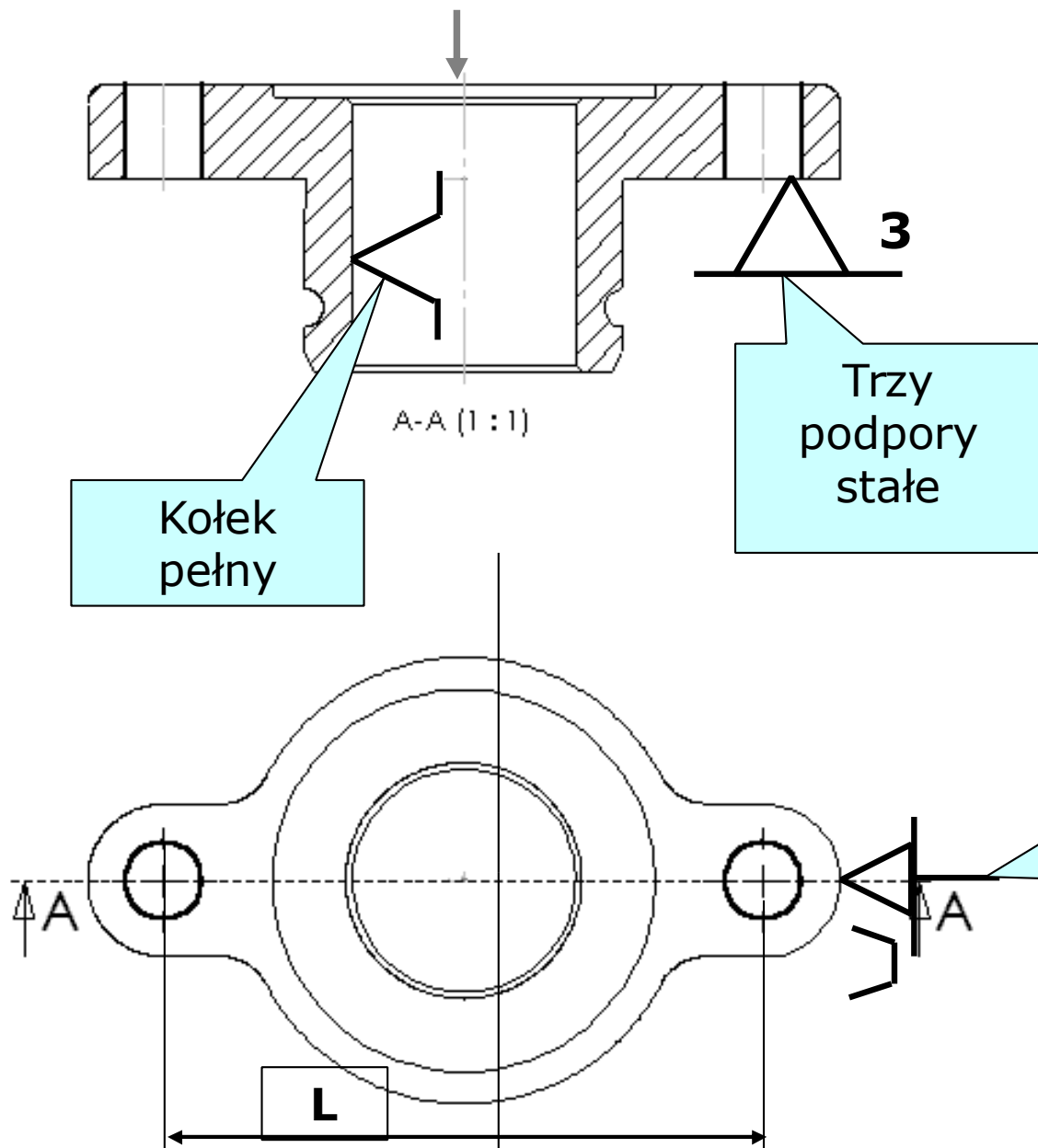
- dolna płaszczyna przedmiotu pracy

**ZAMOCOWANIE  
ŁAPAMI  
DOCISKOWYMI**

**FREZ  
PAL-  
COWY**



## Typowe układy powierzchni bazowych



Wiercenie

Płaszczyzna i  
prostopadły otwór oraz  
zarys zewnętrzny

Podpora regulowana  
o kształcie  
pryzmowym  
(ustalenie kątowe)





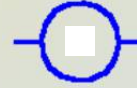


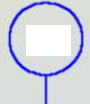





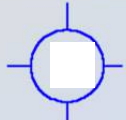
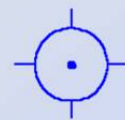


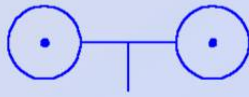
# Ustalanie otworami stożkowymi

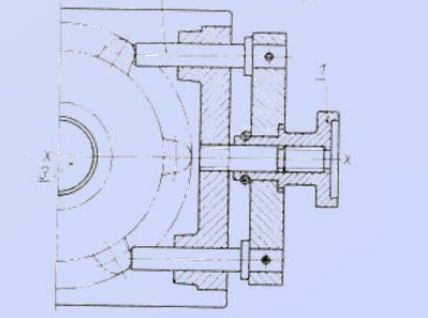
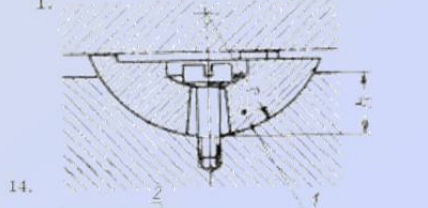
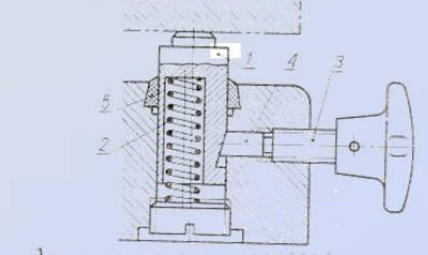
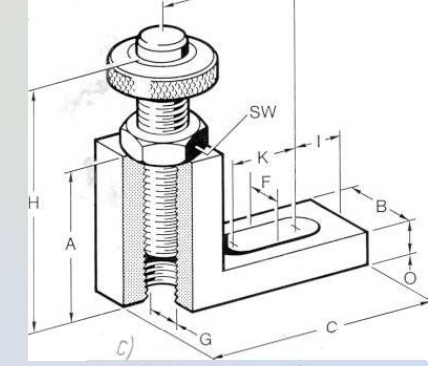
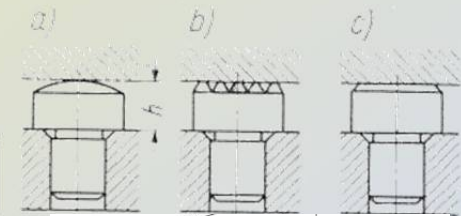
---

Najczęstszym sposobem ustalania do obróbki długich wałków jest ustalanie w kłach. Jeśli obrabiany wałek ma z obu stron otwory osiowe, to do ustalenia w kłach wykorzystuje się wykonane w nich fazki (ścięcia, stożki). W wałkach bez otworów osiowych wykonuje się technologiczne otwory o znormalizowanych kształtach i wymiarach, zwane nakiełkami, za pomocą znormalizowanych narzędzi - nawiertaków





# oznaczenia elementów ustalających i mocujących

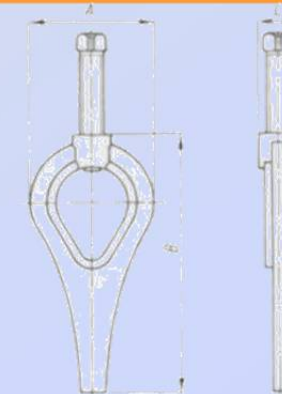
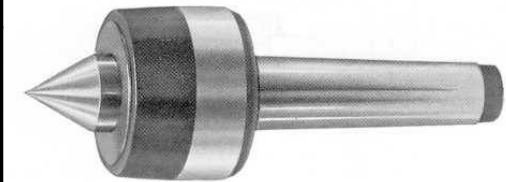
nazwa elementu	oznaczenie		
	widok z boku	widok z góry	widok z dołu
<b>podpora stała</b>			
<b>podpora ruchoma</b>			
<b>podpora regulowana</b>			
<b>podpora samonastawna</b>			
<b>podpora wahliwa</b>			
<b>podpora podwójna sprzężona</b>			



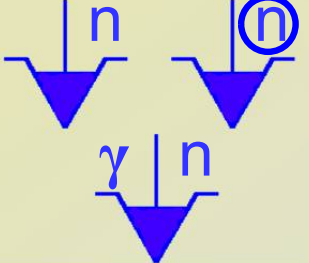
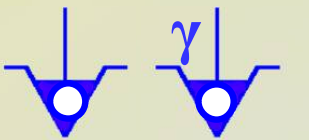



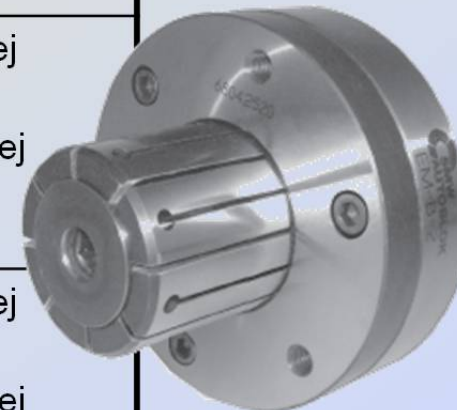
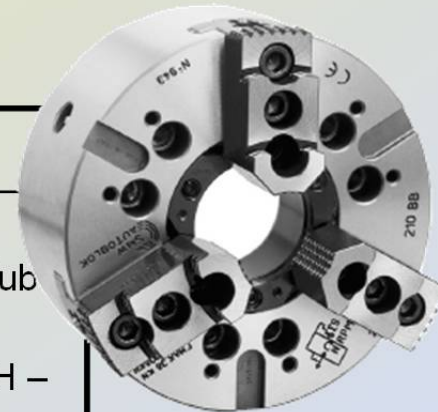
## oznaczenia kłków, uchwytów, zabieraków

nazwa	oznaczenie	objaśnienia
<b>kieł stały</b>		znak zwrócony ostrzem w stronę przedmiotu oznacza kieł zewnętrzny znak zwrócony ostrzem od przedmiotu oznacza kieł wewnętrzny
<b>kieł obrotowy</b>		znak zwrócony ostrzem w stronę przedmiotu oznacza kieł zewnętrzny znak zwrócony ostrzem od przedmiotu oznacza kieł wewnętrzny
<b>kieł samonastawny</b>		znak zwrócony ostrzem w stronę przedmiotu oznacza kieł zewnętrzny znak zwrócony ostrzem od przedmiotu oznacza kieł wewnętrzny
<b>zabierak stały</b>		tokarski szlifierski, prosty, hakowy, ramkowy
<b>zabierak samozaciskający, zabierak czołowy</b>		znak postawiony na powierzchni walcowej – zabierak samozaciskający znak postawiony na powierzchni czołowej – zabierak czołowy





## oznaczenia uchwytów, trzpieni, tulei

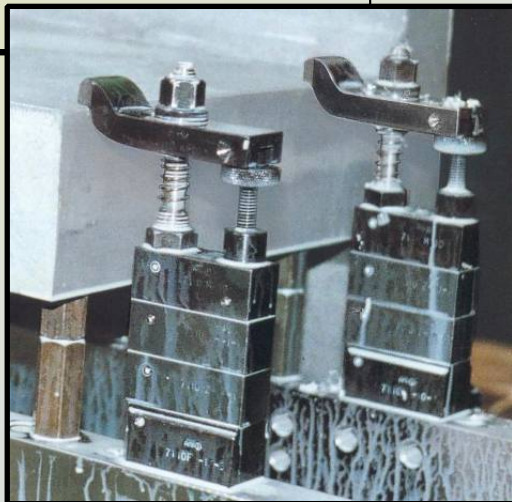
nazwa	oznaczenie	objaśnienia
<b>uchwyty szczękowe</b>		<p>n – liczba szczęk uchwytu koło wokół liczby szczęk – szczęki przetoczone lub przeszlifowane γ – rodzaj napędu uchwytu (P – pneumatyczny, H – hydrauliczny, E – elektryczny)</p>
<b>uchwyt z elementami ustalajaco- zamocow.</b>		<p>znak umieszczony na powierzchni zewnętrznej przedmiotu – tuleja zaciskowa znak umieszczony na powierzchni wewnętrznej przedmiotu – trzpień rozprężny (sprężysty, rozsuwny)</p>
<b>trzpień stały, kołek pełny, tuleja stała,</b>		<p>znak umieszczony na powierzchni zewnętrznej przedmiotu – tuleja stała znak umieszczony na powierzchni wewnętrznej przedmiotu (otworze) – trzpień stały, kołek pełny</p>














nazwa	oznaczenie
<b>uchwyt magnetyczny</b>	



nazwa elementu	oznaczenie		
	widok z boku, z przodu z tyłu	widok z góry	widok z dołu
<b>docisk</b>	↓		



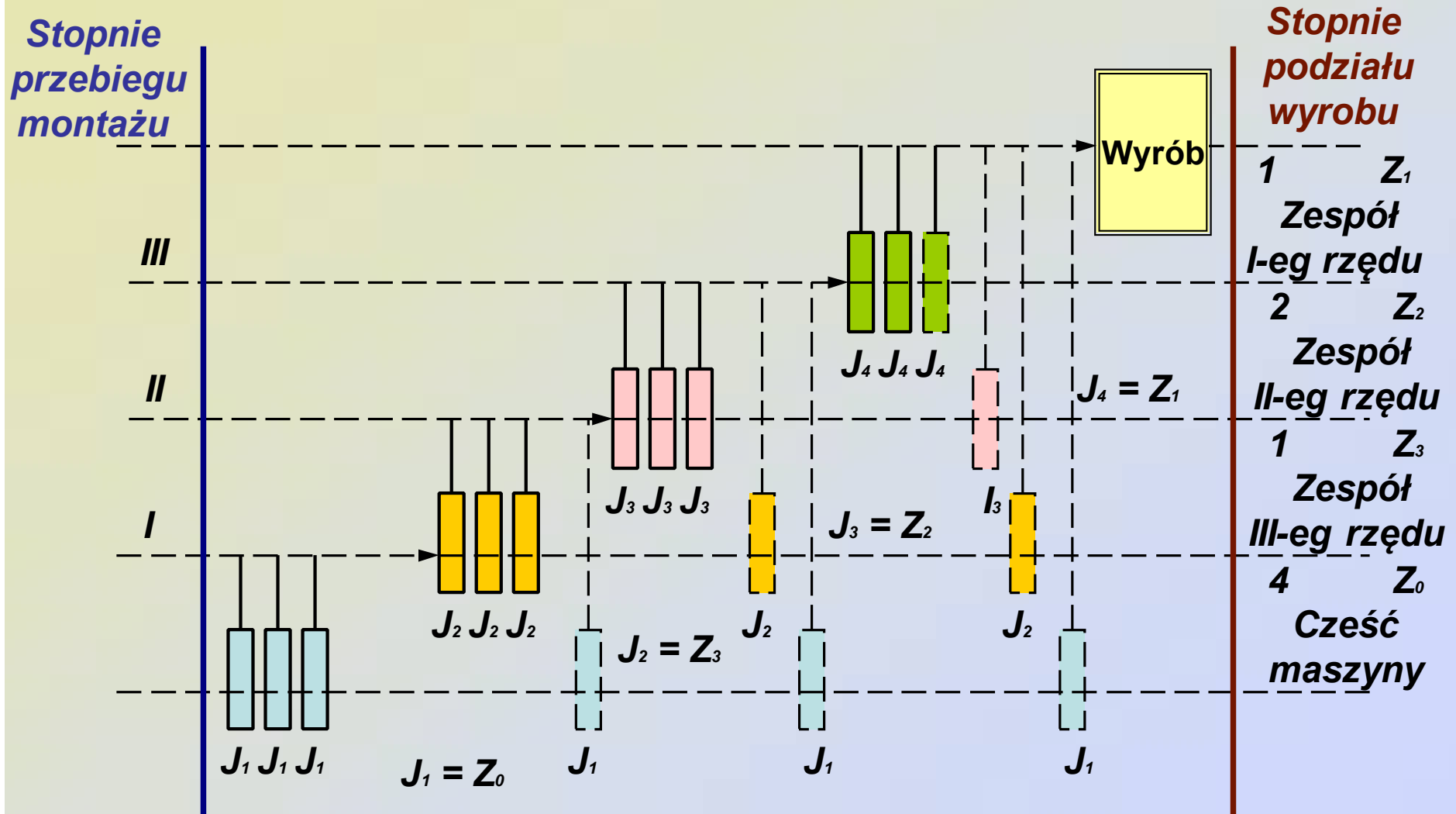
## kształty powierzchni roboczych podpór i docisków

kształt	oznaczenie	przykłady
płaski		
kulisty		
walcowy		
pryzmowy		
stożkowy		
rowkowany, gwintowy, wielowypustowy		

# Technologia montażu

*Pojęcia podstawowe*

# Podział wyrobów na elementy składowe



Rys. 2. Schemat technologicznego podziału wyrobu na elementy składowe  
*J* – jednostki montażowe, *Z* – zespoły montażowe, *Z<sub>0</sub>* – części maszyny

# Podział wyrobów na elementy składowe

---

## Podział funkcjonalny

Przy podziale wyrobu na odpowiednie jednostki montażowe należy uwzględnić także pewne aspekty wynikające ze struktury konstrukcji maszyny lub mechanizmu, co również może wpłynąć na przebieg montażu a nawet na strukturę procesu technologicznego montażu.

Wyróżnikiem klasyfikacyjnym w tym przypadku jest **funkcja, jaką dana jednostka spełnia w wyrobie podczas montażu**. Tak więc cały zbiór jednostek powstałych przy podziale wyrobu dzieli się na następujące grupy:



# Podział wyrobów na elementy składowe

---

**Komplet** - jest to zbiór części potrzebnych do zmontowania zespołu dowolnego rzędu. W skład kompletu wchodzi:

- ➔ **Jednostki (części lub zespoły) główne (JG)** - są to takie jednostki montażowe, które spełniają złożone zadania funkcjonalne w zespole lub w wyrobie
- ➔ **Jednostki (części) łączne (JZ)** - są to części pośredniczące lub pomocnicze, które służą do ustalenia lub połączenia części (lub jednostek) głównych (*np. śruby, podkładki, kliny, wpusty, kołki, nity, zawlecзки itp.*).



# Podział wyrobów na elementy składowe

---

- ➔ **Jednostka (część lub zespół) bazowa (JB)** - jest to jednostka główna, stanowiąca najczęściej konstrukcję nośną jednostki montowanej (zespołu lub wyrobu), do której łączy się kolejno inne jednostki montowane. Odpowiednie powierzchnie jednostek bazowych są powierzchniami ustalającymi i z tych względów od tej jednostki rozpoczyna się montaż.

# Proces technologiczny – pojęcia podstawowe

---

**Montażem** nazywamy szereg logicznie powiązanych ze sobą czynności potrzebnych dla połączenia dwóch lub więcej jednostek montażowych, według z góry określonych warunków technicznych, jakim powinno odpowiadać dane połączenie.

# Proces technologiczny – pojęcia podstawowe

## *Proces technologiczny wytwarzania*

Operacją nazywamy tę część procesu technologicznego, obejmującą wszystkie czynności wykonywane na określonej części przez jednego robotnika, lub jeden zespół, na jednym stanowisku roboczym, jednym kompletem oprzyrządowania, bez przerw na wykonanie innych prac.

## *Proces technologiczny montażu*

Operacją montażową nazywamy część procesu technologicznego montażu, wykonywaną bez przerwy na **jednym stanowisku roboczym** przez **jednego pracownika** na **określonych jednostkach montażowych**, w skład której wchodzi logicznie powiązane czynności mające na celu uzyskanie jednostki wyższego rzędu, powstałej z jednostek niższego rzędu, o **określonych własnościach funkcjonalnych**.

# Proces technologiczny – pojęcia podstawowe

---

Własności funkcjonalne, o których mowa w definicji, mogą być różnego rodzaju.

- **związane z ustawieniem jednej jednostki względem drugiej,**
- **dotyczące metod wykonania połączeń i utrwalenia ich własności** (np. naprężenia wstępne),
- **polegające na nadaniu części maszyny (lub zespołowi) specjalnych własności,** które można uzyskać za pomocą czynności nie wchodzących w skład czynności ściśle montażowych (np. wyrównoważenie).

# Proces technologiczny – pojęcia podstawowe

## *Proces technologiczny wytwarzania*

**Zabiegiem** nazywamy część operacji, przy której następuje zmiana kształtu, wymiarów, chropowatości, właściwości mechanicznych lub stanu fizycznego fragmentu albo całości obrabianej części, wykonywaną bez zmiany parametrów obróbki charakterystycznych dla danego procesu.

## *Proces technologiczny montażu*

**Zabiegiem montażowym** nazywamy zamkniętą część operacji, wykonywaną w **jednym ściśle określonym miejscu położenia, jednym narzędziem** (lub zespołem narzędzi), **nad dwiema lub więcej jednostkami montażowymi, bez zmiany położenia tych jednostek**, przy czym miejsce połączenia jest wyznaczone zespołem powierzchni ustalających montowanych jednostek.

# Proces technologiczny – pojęcia podstawowe

---

Rozróżnia się zabiegi montażowe proste i złożone.

- **Zabiegiem montażowym prostym nazywamy część operacji wykonywaną w jednym, ściśle określonym miejscu połączenia** (np. za pomocą jednej śruby, jednego nitu lub w jednym punkcie czy wzdłuż jednej linii zgrzewania)
- **Zabiegiem montażowym złożonym nazywamy część operacji wykonywaną jednocześnie w kilku miejscach połączenia za pomocą specjalnego urządzenia lub przyrządu** (np. połączenie śrubowe za pomocą wkrętarki wielowrzecionowej lub zgrzewanie wielopunktowe itp.).

# Klasyfikacja operacji montażowych

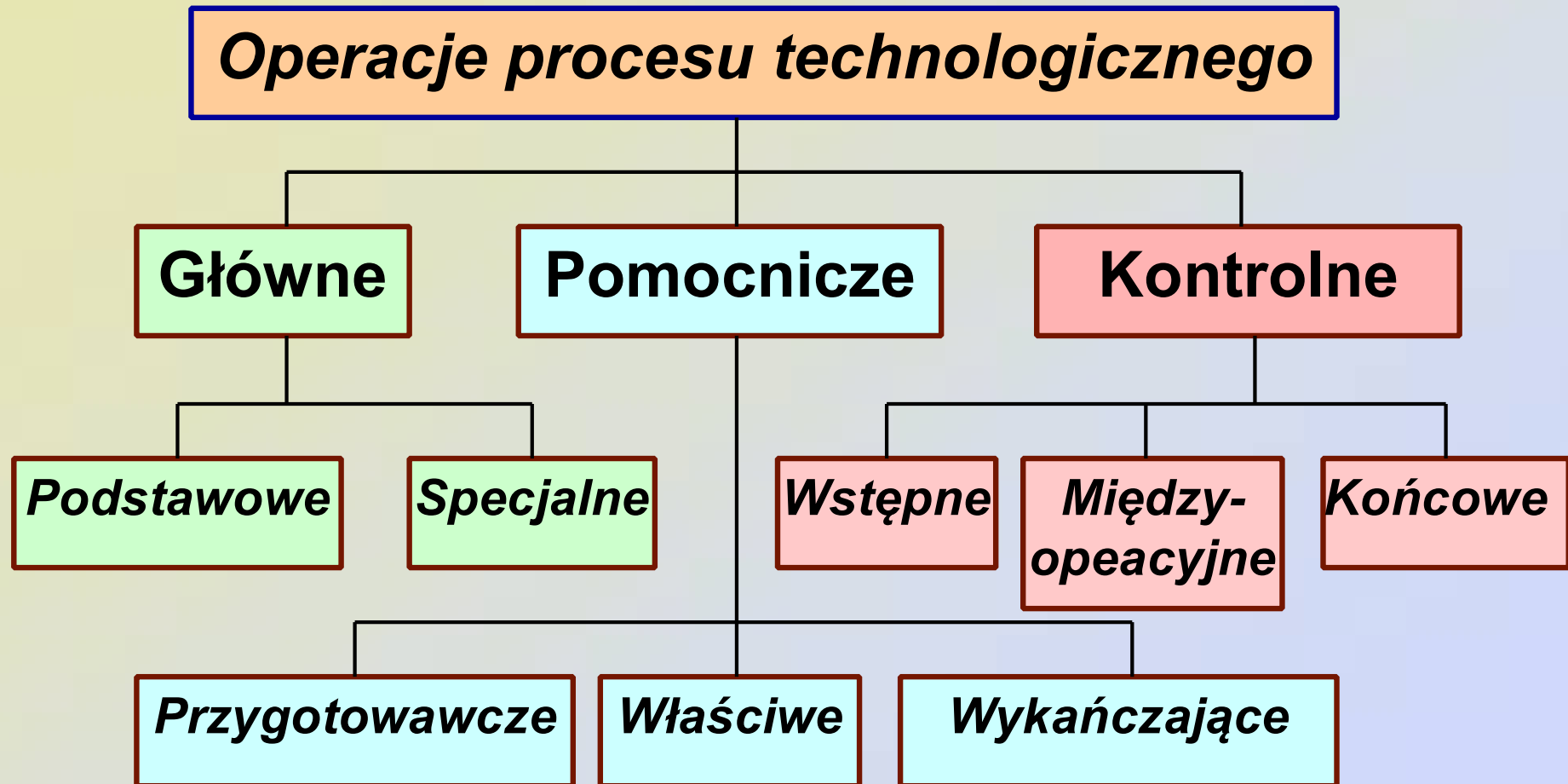
---

Analiza procesu technologicznego montażu wykazuje, że nie wszystkie operacje wywierają jednakowy wpływ na własności części lub zespołów.

W procesie technologicznym montażu można rozróżnić:

- ***Operacje główne***
- ***Operacje pomocnicze***
- ***Operacje kontrolne***

# Klasyfikacja operacji montażowych



Rys. 7. Klasyfikacja operacji procesu technologicznego montażu



# Klasyfikacja operacji montażowych

---

Operacjami głównymi nazywamy tę grupę operacji, w wyniku których części lub zespoły maszyny uzyskują własności zezwalające na ich prawidłowe, tj. zgodne z założeniami konstruktora, działanie w maszynie.

*Operacjami głównymi nazywamy zatem te operacje, w wyniku których uzyskuje się odpowiednią dokładność pasowania lub ogniwa zamykającego.*

*Parametry te decydują o dokładności ruchu względnego powierzchni roboczych oraz odległości między tymi powierzchniami.*

# Klasyfikacja operacji montażowych

---

**Operacje specjalne** wprowadzane są do procesu technologicznego montażu w celu zapewnienia niezawodności i długotrwałej pracy maszyny *np. dociąganie w połączeniach gwintowych, usuwanie naprężeń, wyrównoważenie obiektów wirujących*. Dzięki nim jednostka zmontowana uzyskuje **właściwości funkcjonalne wyższego rzędu**.

# Klasyfikacja operacji montażowych

---

Operacje pomocnicze nie wpływają na własności części lub zespołów, jednak są one nieodzowne w procesie.

Można je podzielić na trzy podgrupy:

➔ **Przygotowawcze** - operacje wykonywane przed montażem, a ich celem jest przygotowanie części lub zespołów do połączeń (*usunięcie z powierzchni elementów łączonych smarów, powłok antykorozyjnych itp. lub zbędnych warstw materiałów, jak np. zadziórów, zwojów gwintu itp.*)

# Klasyfikacja operacji montażowych

---

➔ **Właściwe** - które stanowią bezpośrednią pomoc przy montażu. Charakter tych operacji jest różny i zależy od wielu czynników, a m.in. od rodzaju połączenia, metody montażu, stopnia mechanizacji lub automatyzacji, organizacji stanowiska i samego montażu oraz od wielu innych czynników.

## **Przykład**

- *cechowanie, trasowanie,*
- *piłowanie, skrobanie, docieranie i inne operacje związane z czynnością zwaną ogólnie dopasowywaniem,*
- *operacje podgrzewania lub oziębienia części, występujące przy połączeniach wciskanych,*
- *podziału na grupy wymiarowe (w trakcie montażu selekcyjnego).*

# Klasyfikacja operacji montażowych

---

➔ **Wykańczające** - głównym ich celem jest nadanie maszynie lub urządzeniu poprawy wyglądu zewnętrznego (tj. wyglądu estetycznego), zabezpieczenie przed korozją oraz przygotowanie do wysyłki.

## *Przykład*

- *malowanie,*
- *konserwacja,*
- *pakowanie,*

## Klasyfikacja operacji montażowych

---

- ➔ Operacje kontrolne spełniają w procesie technologicznym pośrednią rolę, jak gdyby katalizatora niezbędnego dla jego przebiegu. Operacje te nie nadają bowiem jednostkom nowych własności i nie wykazują cech operacji głównych oraz pomocniczych, stanowią jednak rodzaj filtru zapobiegającego przedostawaniu się jednostek nieodpowiednio zmontowanych do dalszego etapu montażu lub całej maszyny do eksploatacji.

# Metody montażu

---

Jednym z ważniejszych czynników wpływających na strukturę procesu technologicznego montażu jest przyjęta metoda montażu. Na dobór właściwej metody wpływa przyjęty rodzaj zamienności części lub zespołów. Wyróżniamy:

- ➔ **zamiennność pełną** (*metoda zamienności pełnej*)
- ➔ **zamiennność częściową**
- ➔ **zamiennność selekcyjną**
- ➔ **zamiennność konstrukcyjną**
- ➔ **zamiennność technologiczną**

# Metoda zamienności pełnej

---

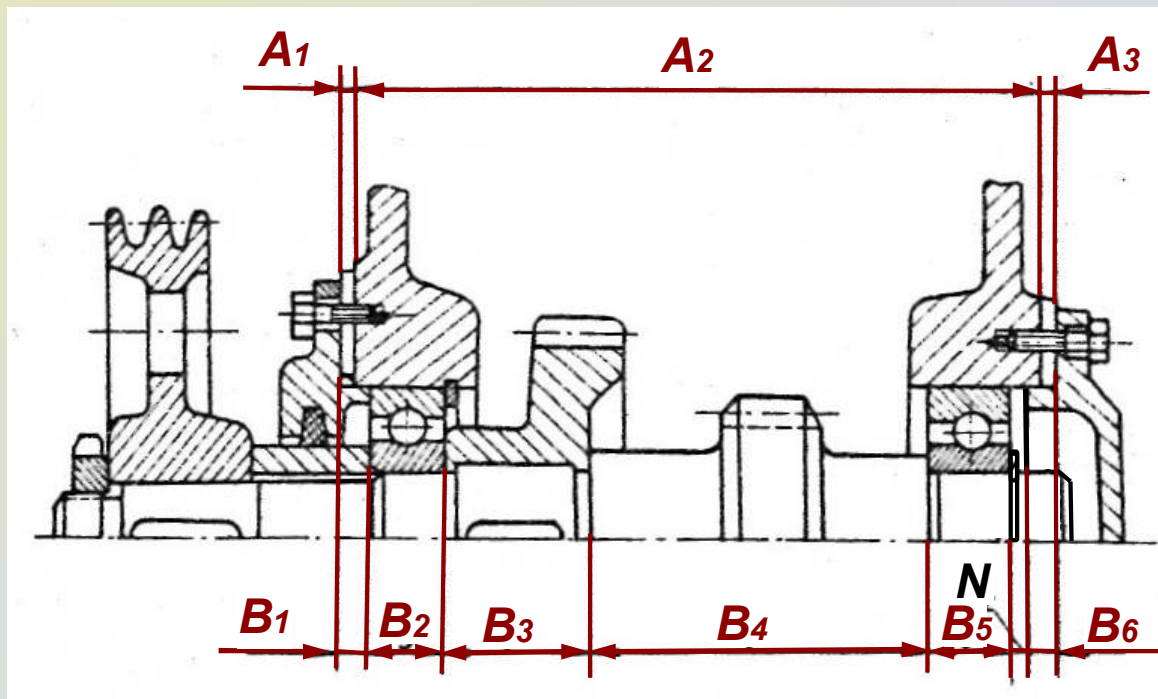
Produkcją o pełnej zamienności nazywamy taką produkcję maszyn i urządzeń, w której montaż sprowadza się do kompletowania gotowych części w zespoły bądź w całe maszyny bez jakiegokolwiek obróbki lub dobierania części czy zespołów.

Opierając się na analizie wymiarowej można stwierdzić, że w produkcji o pełnej zamienności przy łączeniu jednostek montażowych, wybranych dowolnie ze zbiorowiska przedmiotów wykonanych wg określonych tolerancji, w każdym przypadku uzyskuje się tę samą wielkość ogniwa zamykającego łańcucha wymiarowego, bez jakiegokolwiek obróbki (dopasowywania).



## Łańcuch wymiarowy operacji montażowej

Warunki konstrukcyjne analizowanej konstrukcji narzucają wybór ogniwa zamykającego w łańcuchu. W ten sposób ustalone równanie łańcucha wymiarowego daje nam zależność na tolerancję ogniwa zamykającego:



$$N = A_1 + A_2 + A_3 - B_1 - B_2 - B_3 - B_4 - B_5 - B_6$$

# Metoda zamienności pełnej

---

W metodzie zamienności pełnej spełniony jest warunek:

**Dla łańcucha równoległego:**

$$T_N = \sum_{i=1}^n T_{Ai} + \sum_{j=1}^{m-1} T_{Bj}$$

**Dla łańcucha nierównoległego:**

$$T_N = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial N}{\partial A_i} \right| T_{Ai} + \sum_{j=1}^{m-1} \left| \frac{\partial N}{\partial B_j} \right| T_{Bj}$$

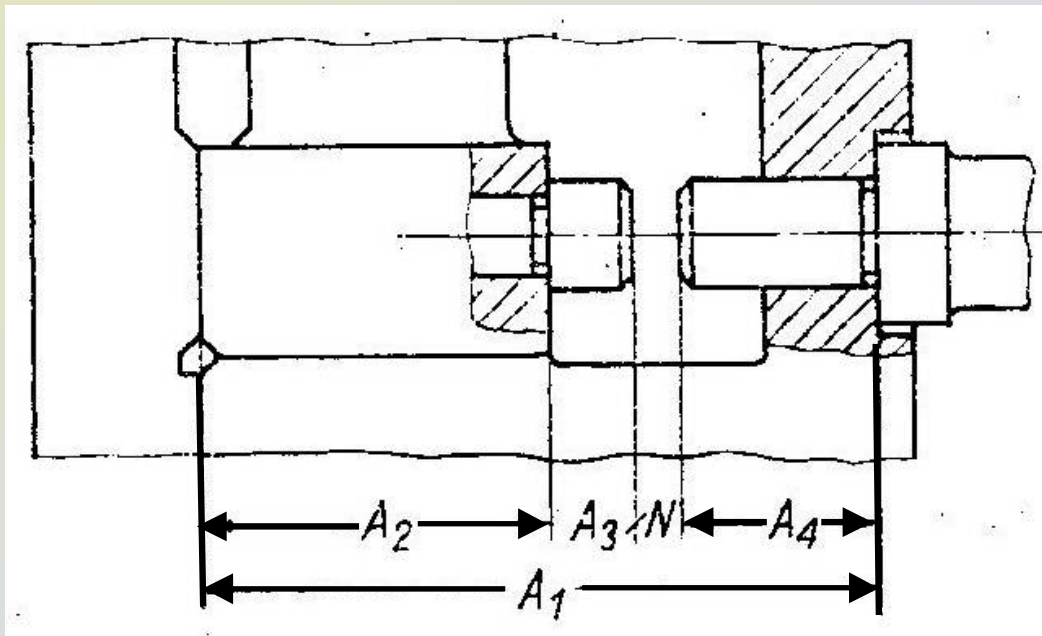
$T_{Ai}$  - tolerancja i-tego ogniwa składowego zwiększającego,  
 $T_{Bj}$  - tolerancja j-tego ogniwa składowego zmniejszającego,

# Metoda zamienności pełnej

Przykład

Obliczyć tolerancje ogniów składowych w zespole, przy zachowaniu żądanej tolerancji wymiaru wypadkowego

$$T_N = 0.1$$



$$A_1 = 90$$

$$A_2 = 50$$

$$A_3 = 10$$

$$A_4 = 25_{-0.02}$$

# Metoda zamienności pełnej

---

## Zalety:

- **prosty przebieg procesu technologicznego** *brak operacji zawierających wiele czynności przygotowawczych do montażu (jak np. dopasowywanie, dobór jednostek montażowych itp.)*
- **mniejsza pracochłonności procesu montażu** *w stosunku do metod stosowanych przy niepełnej zamienności*
- **łatwość zastąpienia części zużytych lub uszkodzonych w mechanizmie częściami wymiennymi (zapasowymi).**

## Wady:

- **wysoki koszt produkcji poszczególnych elementów**

# Metoda zamienności pełnej

---

## **Zalety:**

- nie występują zakłócenia montażu,
- można zapewnić duży stopień automatyzacji *PTM*,
- duża wydajność i niezawodność urządzeń montażowych

## **Wady:**

- wymaga dużej stabilności parametrów geometrycznych i fizyko-mechanicznych części dochodzących do montażu,

# Metoda zamienności częściowej

---

**Metoda zamienności częściowej** lub niepełnej opiera się na założeniu, że równoczesne wystąpienie niekorzystnych granicznych wartości występuje rzadko w wieloczynowych łańcuchach wymiarowych. Posługując się zasadami prawdopodobieństwa rozkładu wymiarów tolerancje  $T_i$  niektórych ogniw, wyznaczone z równania:

$$T_N < \sum_{i=1}^{m-1} T_i$$

rozszerzamy w taki sposób, aby liczba wadliwych zespołów nie przekroczyła pewnego ustalonego procentu, najczęściej 0.1 – 0.27%.

# Metoda zamienności częściowej

Aby obliczyć prawdopodobną tolerancję sumy **T<sub>N</sub>** wg metody zamienności częściowej, posługujemy się równaniem

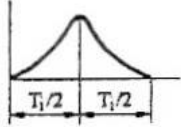
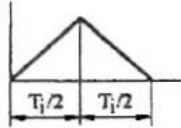
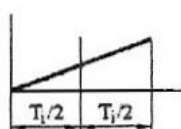
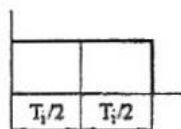
$$T_N = t \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} (c_i T_{A_i})^2}$$

gdzie: **t** – współczynnik ryzyka, **c<sub>i</sub>** – współczynnik rozproszenia

Tabela 22.1. Współczynnik ryzyka *t* w zależności od liczby braków [74]

Współczynnik ryzyka <i>t</i>	Udział odpadów %
3,89	0,01
3,29	0,1
3,0	0,27
2,58	1,0
2,0	4,55
1,65	10,0

# Metoda zamienności częściowej

Krzywa rozkładu	Wykres	<b>Ci</b>
Rozkład Gaussa		<b>0.333</b>
Rozkład Simpsona		<b>0.408</b>
Rozkład równomiernie rosnący		<b>0.477</b>
Prawo prawdopodobieństwa równomiernego rozkładu		<b>0.577</b>



# Metoda zamienności częściowej

---

## Zalety:

- **możliwość rozszerzenia tolerancji obróbkowych do ekonomicznych** *co daje zysk, który powinien być jednak większy od nakładów na poprawę niewielkiej liczby wadliwych wyrobów (i ewentualnie usuwanie usterek UM i narzędzi montażowych).*

## Wady:

- **okresowe naruszenie stabilności procesu montażu** *przejawiające się pojawieniem braków,*
- **występowanie awarii narzędzi i organów roboczych,**
- **konieczność stosowania urządzeń i przyrządów nadzorujących** *(kontrolne, sortujące, blokujące, kompletujące).*