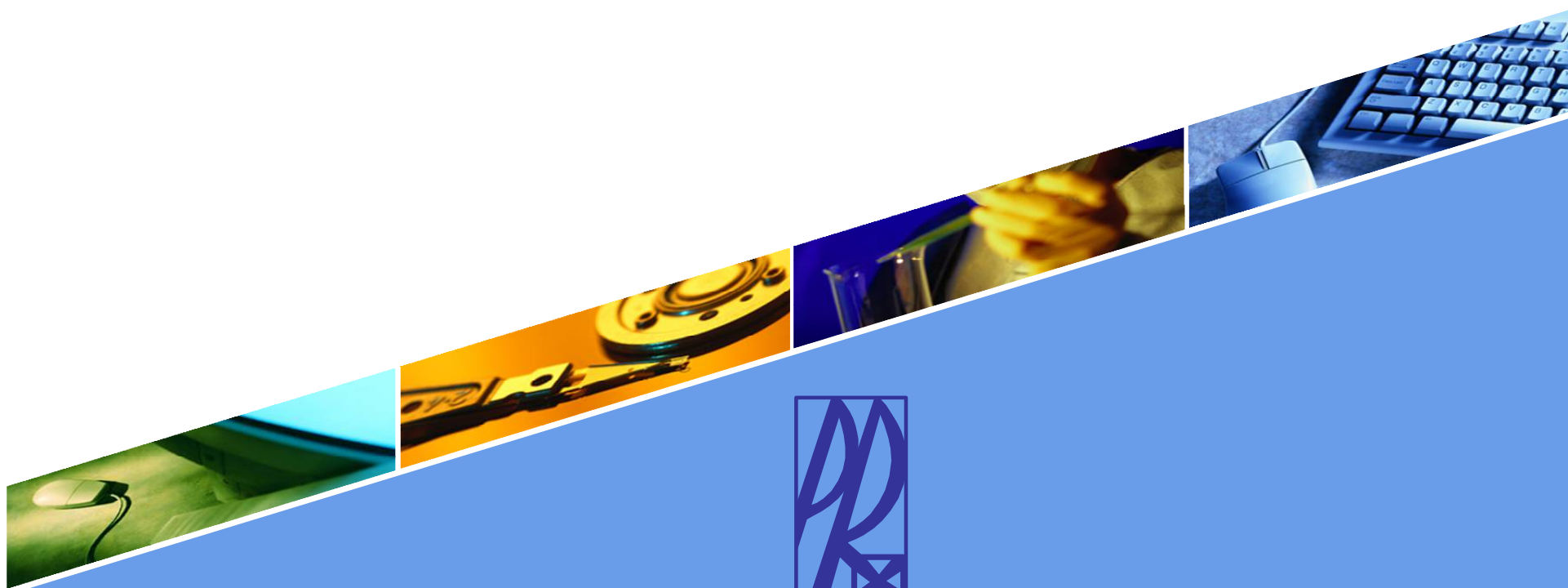


Metody montáží



KTMiP

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

Dla dowolnych rozkładów obszar zmienności sumy określa się za pomocą współczynnika zmienności według zależności:

$$k_N = 6 \frac{\sigma_N}{T_N} \qquad k_{A_i} = 6 \frac{\sigma_{A_i}}{T_{A_i}}$$

Tolerancja ogniwa zamykającego dla zamienności częściowej

$$k_N^2 T_N^2 = \sum_{(i)} k_{A_i}^2 T_{A_i}^2 + \sum_{(i)} k_{B_i}^2 T_{B_i}^2$$

$$k_N^2 T_N^2 = \sum_{(i)} \left(\frac{\delta N}{\delta A_i} \right)^2 k_{A_i}^2 T_{A_i}^2 + \sum_{(i)} \left(\frac{\delta N}{\delta B_i} \right)^2 k_{B_i}^2 T_{B_i}^2$$

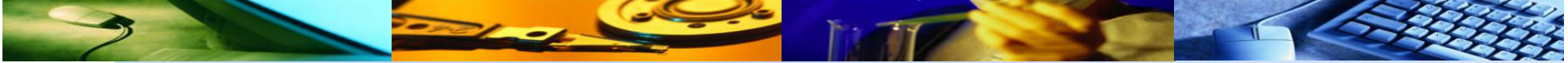
Metoda zamienności częściowej



Wartości współczynników zmienności:

- Rozkład normalny $k = 1$
- Rozkład Simpsona $k = \sqrt{3}$
- Rozkład równomierny $k = \sqrt{\frac{3}{2}}$

Metoda jednakowej tolerancji (zamienność częściowa)



Dla łańcucha równoległego:

$$k_N^2 T_N^2 = \sum_{(i)} k_{A_i}^2 T_{A_i}^2 + \sum_{(i)} k_{B_i}^2 T_{B_i}^2$$

Dla łańcucha nierównoległego:

$$k_N^2 T_N^2 = \sum_{(i)} \left(\frac{\delta N}{\delta A_i} \right)^2 k_{A_i}^2 T_{A_i}^2 + \sum_{(i)} \left(\frac{\delta N}{\delta B_i} \right)^2 k_{B_i}^2 T_{B_i}^2$$

Metoda zamienności częściowej

Aby obliczyć prawdopodobną tolerancję sumy **T_N** wg metody zamienności częściowej, posługujemy się równaniem

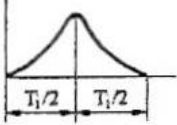
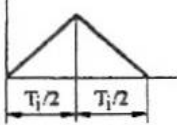
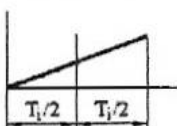
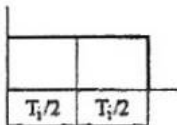
$$T_N = t \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} (c_i T_{A_i})^2}$$

gdzie: **t** – współczynnik ryzyka, **c_i** – 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	Ci
Rozkład Gaussa		0.333
Rozkład Simpsona		0.408
Rozkład równomiernie rosnący		0.477
Prawo prawdopodobieństwa równomiernego rozkładu		0.577

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).

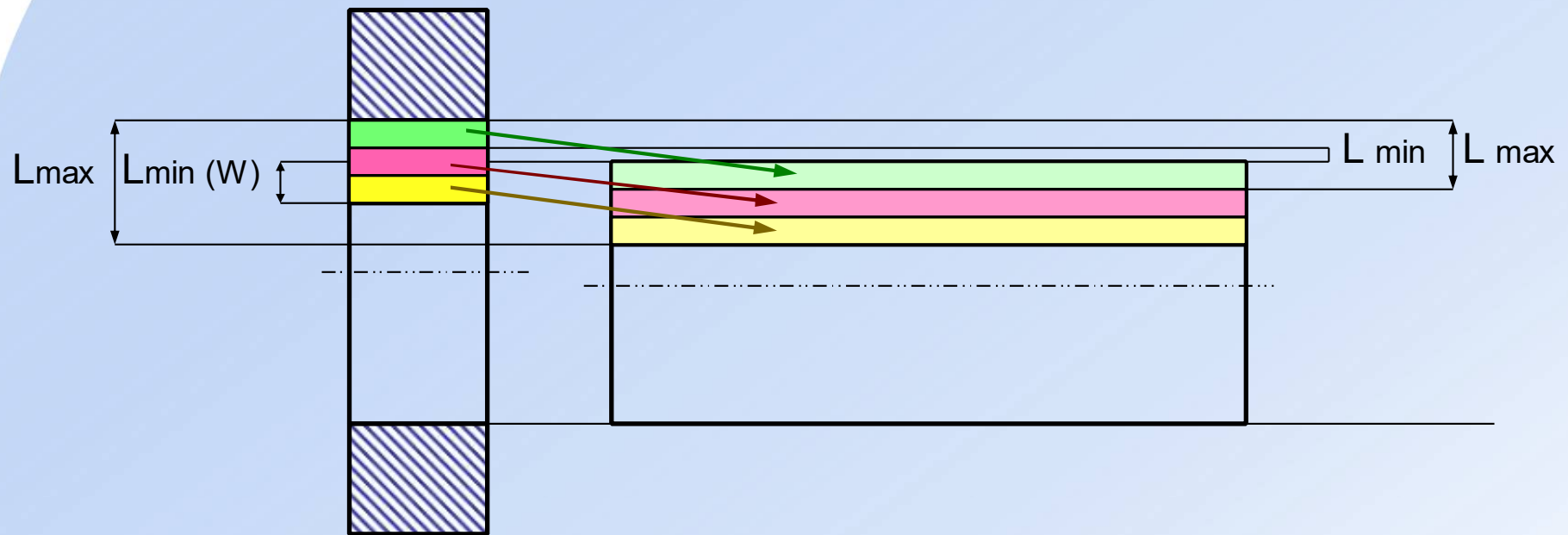
Metoda selekcyjna

Metoda selekcyjna polega na tym, że przed rozpoczęciem właściwego montażu cała partia części maszyn lub innych jednostek montażowych) zostaje zmierzona następnie podzielona na grupy w ten sposób, że w każdej z nich są jednostki, których wymiary graniczne zawierają część pola tolerancji wykonania.

Jeżeli całą partię jednostek montowanych, dla których ogniwo zamykające łańcucha wymiarowego jest równe T_z podzielimy na n grup, to tolerancja ogniwa zamykającego w danej grupie T_{gr} będzie wynosić:

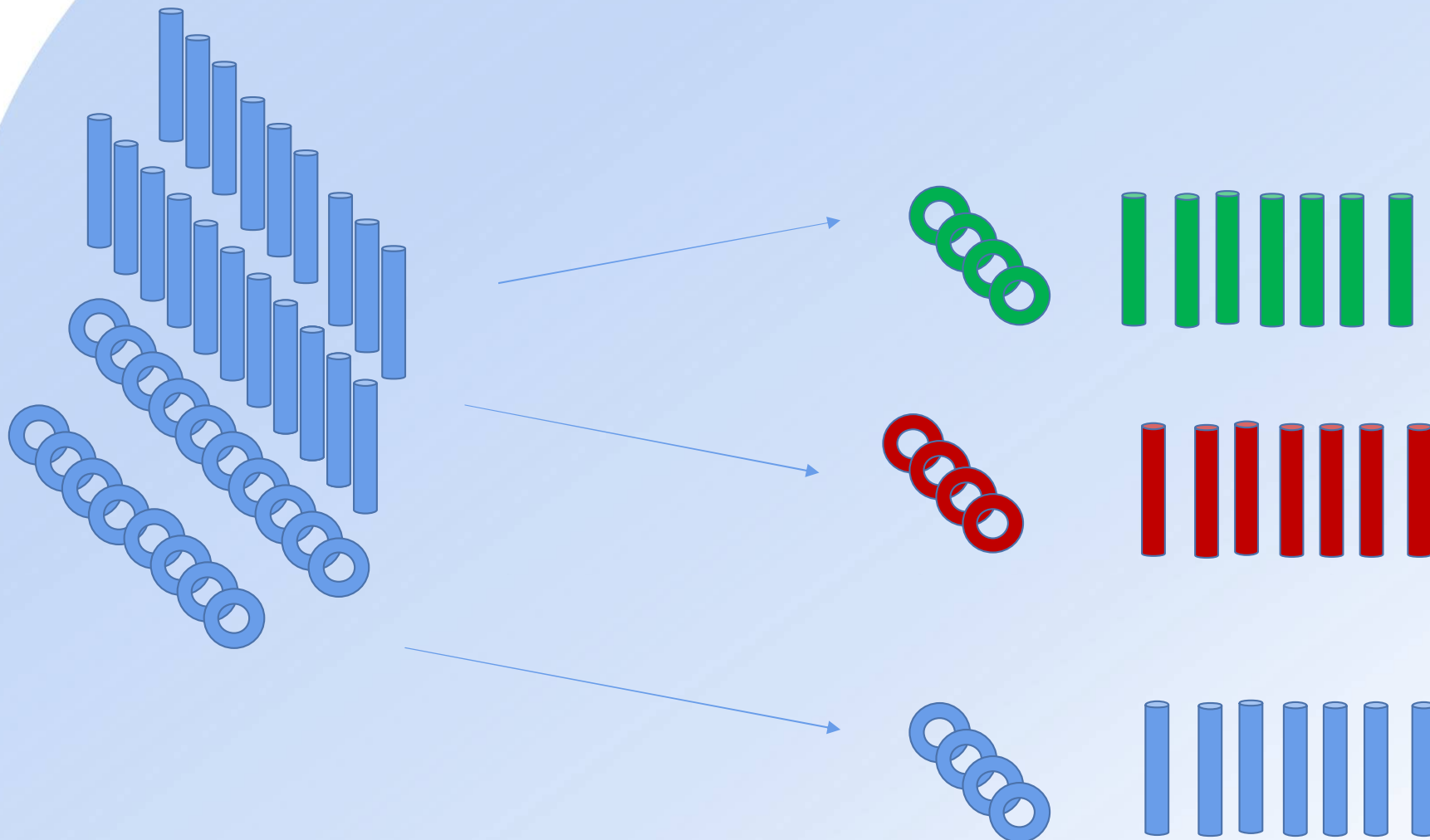
$$T_{gr} = \frac{T_z}{n}$$

Metoda selekcyjna – przy jednakowych tolerancjach jednostek



$$L_{max} - L_{min} = T_p = T_w + T_o$$

Metoda selekcyjna

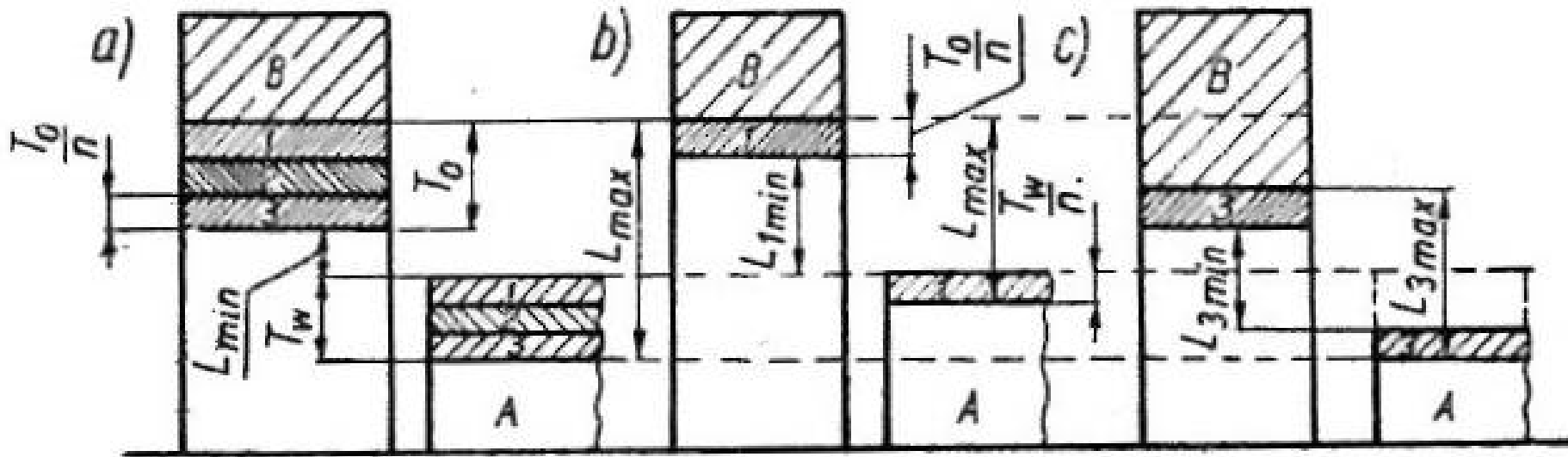


Metoda selekcyjna

Przy kojarzeniu wałka z otworem z zastosowaniem selekcji wymiarów uzyskujemy mniejszą tolerancję grupową zarówno w pasowaniu ciasnym, luźnym jak i mieszanym. We wszystkich trzech pasowaniach można wyróżnić dwa ogólne przypadki dotyczące tolerancji wykonywanej partii otworów i wałków a mianowicie:

- ➔ gdy tolerancja otworu T_o i tolerancja wałka T_w są sobie równe, czyli $T_o = T_w$
- ➔ gdy tolerancja otworu T_o i tolerancja wałka T_w w wykonywanych partiach nie są sobie równe, czyli $T_o \neq T_w$

Metoda selekcyjna – przy jednakowych tolerancjach jednostek



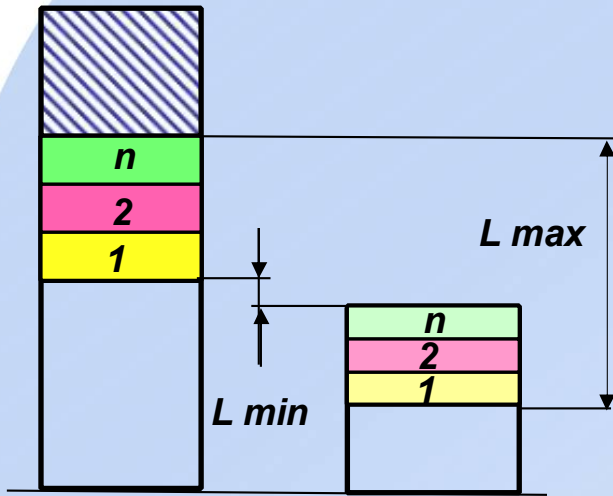
Rys. 1. Schemat montażu selekcyjnego w przypadku, gdy $T_o = T_w$

$$L_{k \min} = L_{\min} + \frac{T_p}{n} = \text{const}$$

$$T_{pk} = L_{k \max} - L_{k \min} = \frac{T_p}{n}$$

$$L_{k \max} = L_{\min} + \frac{2T_p}{n}$$

Metoda selekcyjna – $T_o > T_w$



W pasowaniu luźnym graniczne luzy w poszczególnych grupach selekcyjnych będą wynosić:

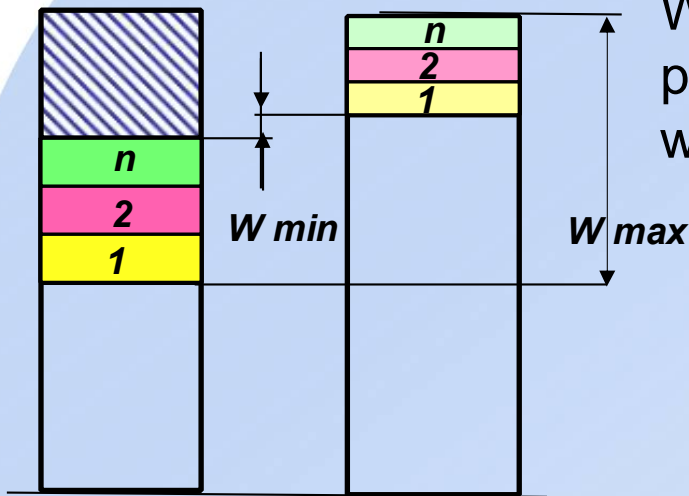
$$L_{i\min} = L_{\min} + (i-1)\frac{T_o}{n} + (n-i)\frac{T_w}{n}$$

$$L_{i\max} = L_{\min} + i\frac{T_o}{n} + (n-i+1)\frac{T_w}{n}$$

Luzy graniczne w tym przypadku są wielkościami zmiennymi zależnie od numeru grupy selekcyjnej:

- przy kojarzeniu wałków i otworów, gdy $T_o > T_w$, im dalej położona grupa selekcyjna tym większe są luzy
- tolerancja pasowania w poszczególnych grupach jest stała

Metoda selekcyjna – $T_o > T_w$



W pasowaniu ciasnym graniczne luzy w poszczególnych grupach selekcyjnych będą wynosić:

$$W_{i_{\min}} = (i-1) \frac{T_o}{n} - ei - i \frac{T_w}{n}$$

$$W_{i_{\max}} = i \frac{T_o}{n} - ei - (i-1) \frac{T_w}{n}$$

Wciski graniczne w tym przypadku są wielkościami zmiennymi zależnie od numeru grupy selekcyjnej:

- przy kojarzeniu wałków i otworów, gdy $T_o > T_w$, im dalej położona grupa selekcyjna tym większe wciski maleją
- tolerancja pasowania w poszczególnych grupach jest stała

Metoda selekcyjna – $T_o > T_w$

Przykład:

W pasowaniu luźnym $\Phi 50H7/h6$ dokonano selekcji w 3 grupach. Obliczyć nowe rozszerzone tolerancje i odchyłki dla obu kojarzonych części spełniając warunek, że luz maksymalny po selekcji jest równy luzowi maksymalnemu wynikającemu z pasowania.

Położenie i wielkości tolerancji

$$\Phi 50H7 = \Phi 50^{+0.030}$$

$$\Phi 50h6 = \Phi 50_{-0.019}$$

Cechy charakterystyczne montażu selekcyjnego



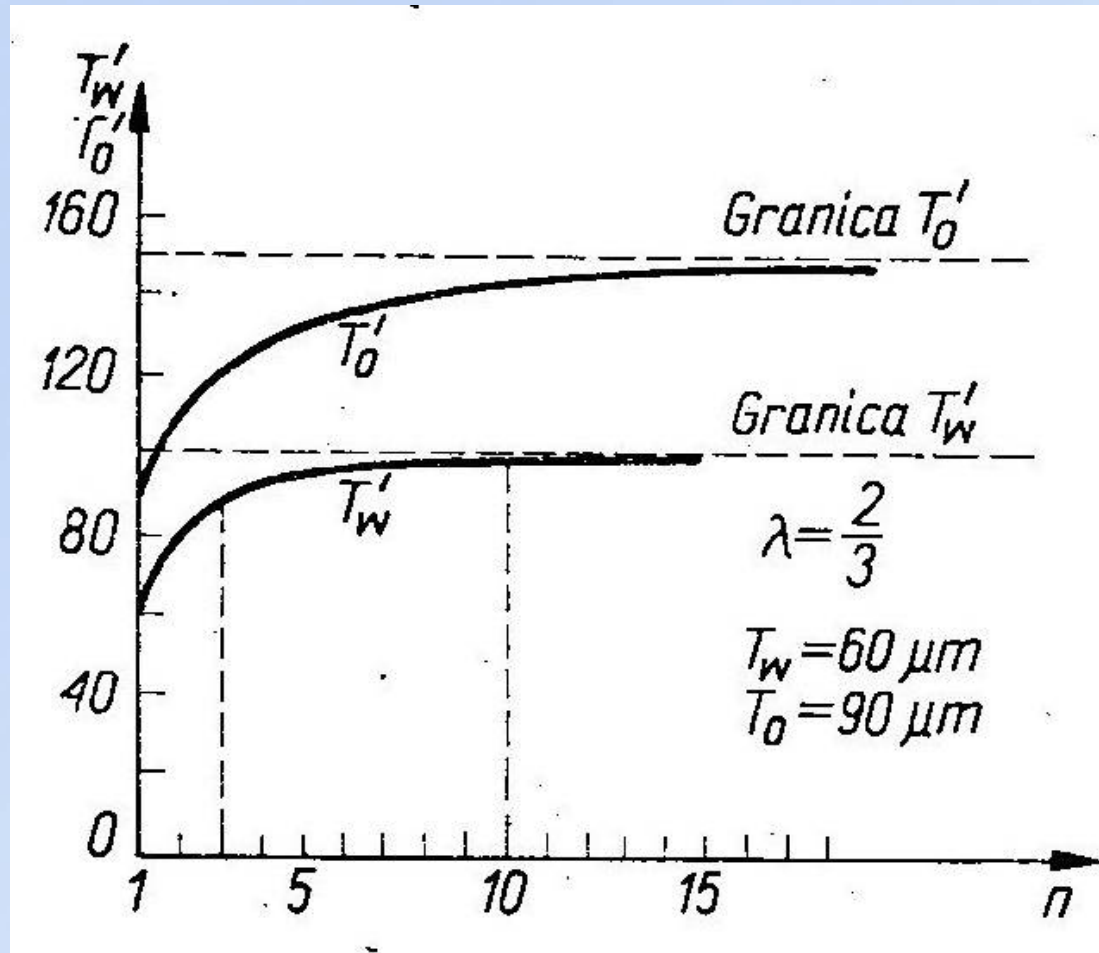
Wpływ ilości grup selekcyjnych na dokładność pasowania

Przykład

*Dane: połączenie suwliwe (H/h), $T_o = 90\mu\text{m}$, $T_w = 60\mu\text{m}$,
 $L_{\text{min}} = 0$, $L_{\text{max}} = 90 + 60 = 150\mu\text{m}$*

Liczba grup	$\frac{T_o'}{T_w'} = \frac{T_o}{T_w}$	Wartość tolerancji μm		Zwiększenie tolerancji %
		T_o'	T_w'	
3	1.5	123	82	37
10		141	94	57
100		149	99.5	66

Cechy charakterystyczne montażu selekcyjnego



Metoda selekcyjna – wymiary długościowe



W przypadku montażu selekcyjnego, gdy dwa wymiary długościowe sumują się:

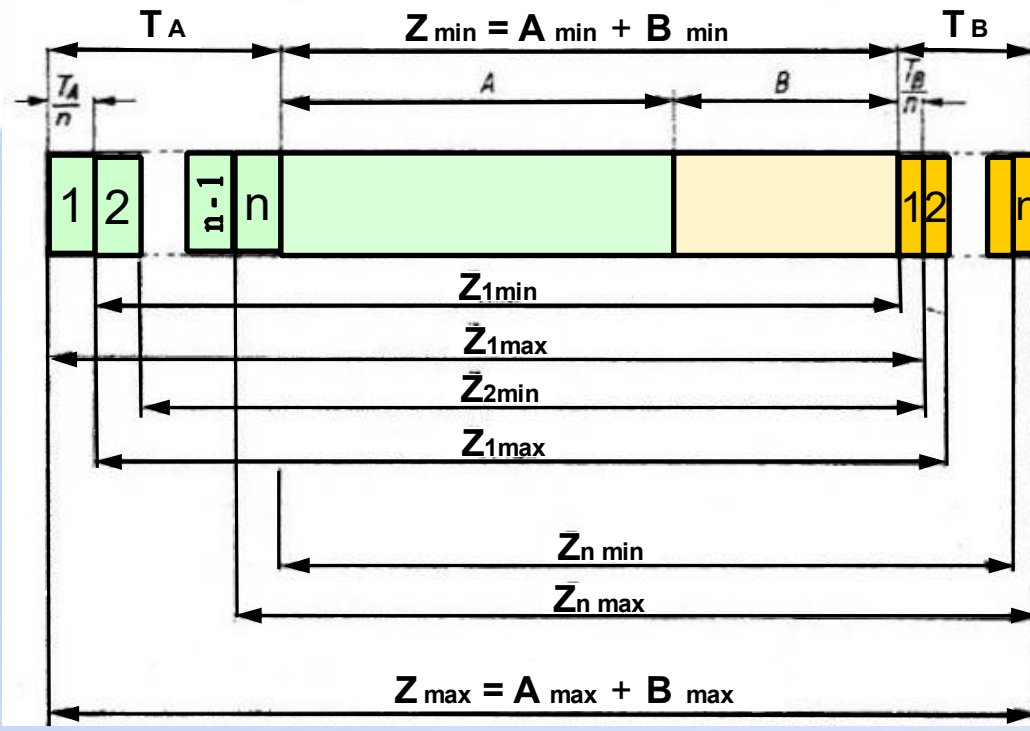
- **wymiary grupowe obu jednostek segreguje się tak, aby w pierwszej grupie znalazły się jednostki o największym wymiarze A i o najmniejszym wymiarze B (w grupie ostatniej n – tej znajdują się jednostki o najmniejszym wymiarze A i największym wymiarze B)**
- **jednostki o największych wymiarach A łączy się z jednostkami o najmniejszych wymiarach B , następnie jednostki z największymi wymiarami z pozostałych wymiarów A z jednostkami o najmniejszych wymiarach z pozostałych wymiarów B .**

Metoda selekcyjna – wymiary długościowe



1	2	3	4							1	2	3	4
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	---	---	---	---

Metoda selekcyjna – wymiary długościowe



$$Z_{1\max} = A + B + T_A + \frac{T_B}{n}$$

$$Z_{1\min} = A + B + (n-1)\frac{T_A}{n}$$

Tolerancja wymiarów zamykających w grupach selekcyjnych

$$T_{z1} = T_{zk} = Z_{1\max} - Z_{1\min} = \frac{T_A + T_B}{n}$$

Zmniejszenie tolerancji dzięki selekcji

$$\Delta = 2 \frac{n-1}{n} T_B$$

Rys.3. Schemat montażu selekcyjnego zespołu składającego się z jednostek o wymiarach długościowych – wymiary sumują się.

Metoda selekcyjna – wymiary długościowe



Cechy charakterystyczne montażu selekcyjnego, gdy dwa wymiary długościowe sumują się:

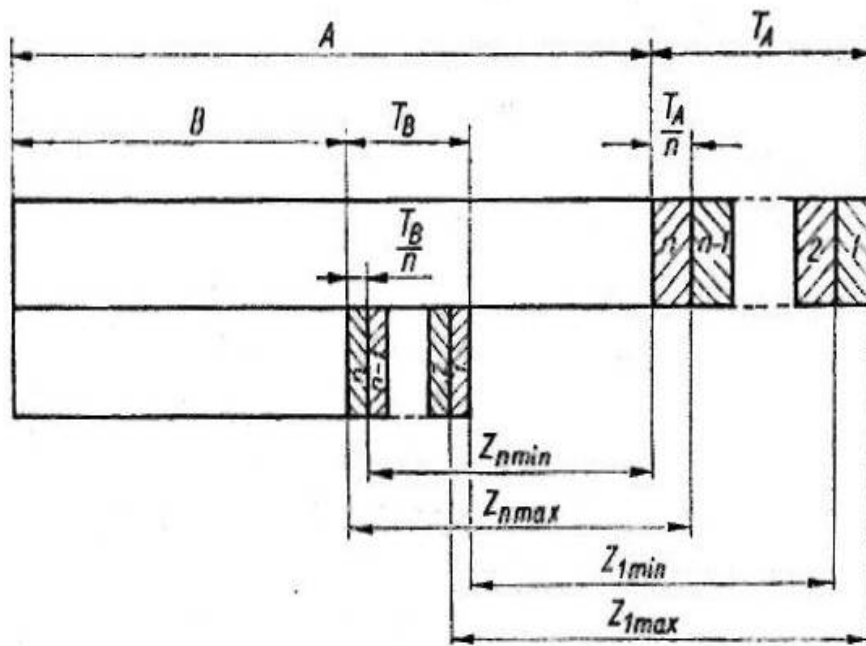
- tolerancja wymiaru wypadkowego T_z w każdej grupie selekcyjnej jest jednakowa, natomiast wymiar jest różny
- jeżeli $T_A > T_B$ wymiar w pierwszej grupie Z_1 jest największy, a w ostatniej Z_n najmniejszy
- jeżeli $T_A < T_B$ wymiar w pierwszej grupie Z_1 jest najmniejszy, a w ostatniej Z_n największy
- w miarę zwiększania liczby n grup selekcyjnych tolerancja wymiaru wypadkowego ulega zmniejszeniu o wartość Δ mniejszej tolerancji

Metoda selekcyjna – wymiary długościowe



W przypadku, gdy ogniwo zamykające łańcucha wymiarowego jest różnicą dwóch ogniw tj. przypadku odejmowania dwóch wymiarów długościowych jednostki montażowe dobiera się w ten sposób, aby od wymiarów największych jednego ogniwa można było odejmować wymiary największe drugiego ogniwa.

Metoda selekcyjna – wymiary długościowe



Rys.4. Schemat montażu selekcyjnego zespołu składającego się z jednostek o wymiarach długościowych – wymiar ogniwa jest różnicą dwóch pozostałych ogniw

$$Z_{1max} = A - B + T_A - \frac{n-1}{n} T_B$$

$$Z_{1min} = A - B - T_B + \frac{n-1}{n} T_A$$

Tolerancja wymiarów zamykających w grupach selekcyjnych

$$T_{z1} = T_{zk} = Z_{1max} - Z_{1min} = \frac{T_A + T_B}{n}$$

Zmniejszenie tolerancji dzięki selekcji

$$\Delta = 2 \frac{n-1}{n} T_B$$

Metoda selekcyjna – wymiary długościowe



W przypadku, kiedy łańcuch wymiarowy składa się z więcej niż trzech ogniw mogą zachodzić dwa różne układy:

- 1. Poszczególne ognia są o jednakowych znakach – zwiększające lub zmniejszające wymiar wypadkowy:*

$$A + B + C + D + E = Z$$

Zagadnienie rozwiązuje się poprzez wzajemne przestawianie ogniw , dążąc do tego, aby różnica między tolerancjami wypadkowymi nowo utworzonych łańcuchów była jak najmniejsza, co sprowadza zagadnienie do łańcucha o dwóch ogniwach:

$$(A + D) + (B + C + E) = Z$$

W celu uzyskania jednorodności połączeń należy dążyć do jednakowych tolerancji podzielonej sumy wymiarów składowych. W rozpatrywanym przypadku suma tolerancji ogniw składowych obu składników sumy przedstawionego łańcucha wymiarowego powinna być jednakowa, czyli

$$T_A + T_D = T_B + T_C + T_D$$

W łańcuchach wymiarowych nierównoległych często nie jesteśmy w stanie zapisać podziału analitycznie. W tym przypadku należy równanie łańcucha należy zapisać w sposób umowy jako sumę lub różnicę dwóch części składowych

$$N = I + II \quad \text{lub} \quad N = I - II$$

Metoda selekcyjna – wymiary długościowe

Przy ustalaniu liczby grup selekcyjnych n należy brać pod uwagę, aby tolerancja w grupie selekcyjnej nie była większa niż obliczona z wartości tolerancji dla zamienności całkowitej

$$T_N \leq \frac{T'_N}{n} \rightarrow n = \frac{T'_N}{T_N}$$

T'_N – rzeczywista tolerancja wymiaru zamykającego

T_N – wymagana odchyłka wymiaru zamykającego w grupie selekcyjnej

W przypadku dodawania wymiary grupowe pierwszego elementu sumy I (pierwszej połowy łańcucha) szeregujemy w postępie malejącym, a drugiego elementu II sumy (drugiej połowy łańcucha) w postępie wzrastającym. Kojarzmy zatem elementy według równań:

$$N = I_{max} + II_{min} = const.$$



Metoda selekcyjna – wymiary długościowe

Zakładając, że selekcję przeprowadzamy w n grupach selekcyjnych tzn.

$$T_N = \frac{T'_N}{n} \quad \text{oraz} \quad T_{Ai} = \frac{T'_{Ai}}{n}$$

Uzeregowanie wymiarów maksymalnych A_{imax} w łańcuchu wymiarowym wieloogniwowym przy dodawaniu przeprowadzamy według wzoru

$$A_{imax} = A_i^{a_{2i-(i-1)T_{Ai}}}_{a_{1i+(n-i)T_{Ai}}}$$

Natomiast uszeregowanie wymiarów minimalnych A_{imin} przeprowadzamy według wzoru

$$A_{imax} = A_i^{a_{2i-(n-i)T_{Ai}}}_{a_{1i+(i-1)T_{Ai}}}$$

Metoda selekcyjna – wymiary długościowe



2. *Poszczególne ognia mają znaki różne (dodatnie i ujemne):*

Łańcuch taki dzieli się na dwa łańcuchy, przy czym w jednym grupuje się wszystkie ognia dodatnie, a w drugim ujemne. W ten sposób wieloogniowy łańcuch wymiarowy przyjmuje postać:

$$(A + B + C + \dots) - (K + L + M \dots) = Z$$

Metoda selekcyjna



Zastosowanie zamienności selekcyjnej jest korzystne, gdy:

- **Produkcja jest seryjna lub masowa**
- **Tolerancje kojarzonych elementów są sobie równe**
- **Liczba grup selekcyjnych wymagana do ustalenia ekonomicznej tolerancji wykonania jest stosunkowo mała**

Metoda selekcyjna



Do najważniejszych wad metody selekcyjnej należy zaliczyć:

- **Konieczność przeprowadzania dokładnych pomiarów każdej części przy podziale na grupy selekcyjne**
- **Utrudniony montaż i magazynowanie, gdy liczba części w odpowiadających sobie grupach nie jest jednakowa**
- **Utrudniona organizacja montażu, gdy ta sama część występuje jednocześnie jako ogniwo wspólne w dwóch łańcuchach wymiarowych**
- **Konieczność ciasnego tolerowania kształtu i wykonywania powierzchni o dużej gładkości**



Metoda selekcyjna

Dla łańcucha wymiarowego określonego równaniem

$$A_{+0,2}^{+0,4} + B_{-0,2}^{+0,2} + C_{-0,4} - D^{+0,4} - E_{+0,1}^{+0,1} = N_{n1}^{n2}$$

Obliczyć liczbę grup selekcyjnych oraz wymiary graniczne wszystkich ogniw składowych w poszczególnych grupach selekcyjnych, jeżeli żądane odchyłki wymiaru wypadkowego wynoszą:

$$n_1 = +0,2$$

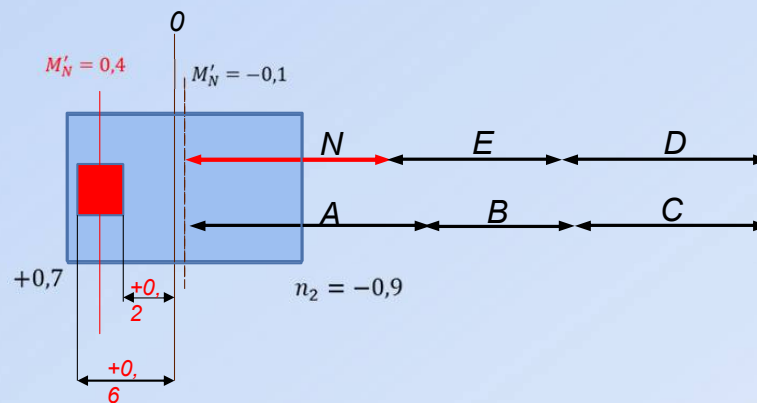
$$n_2 = +0,6$$

Odchyłki i tolerancje wykonawcze

$$n'_2 = 0,4 + 0,2 + 0 - 0 - (-0,1) = 0,7mm$$

$$n'_1 = 0,2 - 0,2 - 0,4 - 0,4 - 0,1 = -0,9mm$$

$$T'_N = 0,7 - (-0,9) = 1,6mm$$



Metoda selekcyjna

$$A_{+0,2}^{+0,4} + B_{-0,2}^{+0,2} + C_{-0,4} - D^{+0,4} - E_{-0,6}^{-0,4} = N_{-0,4}^{+1,2}$$

Numer grupy selekcyjnej	$A_{+0,2}^{+0,4}$ max	$B_{-0,2}^{+0,2}$ max	$E_{-0,6}^{-0,4}$ min	$D^{+0,4}$ max	$C_{-0,4}$ min	N_{n1}^{n2}
	$T_A = 0,05$	$T_B = 0,1$	$T_E = 0,05$	$T_D = 0,1$	$T_C = 0,1$	$T_N = 0,4$
1	+0,40 +0,35	+0,20 +0,10	-0,55 -0,60	+0,40 +0,30	-0,30 -0,40	+0,60 +0,20
2	+0,35 +0,30	+0,10 0	-0,50 -0,55	+0,30 +0,20	-0,20 -0,30	+0,60 +0,20
3	+0,30 +0,25	0 -0,10	-0,45 -0,50	+0,20 +0,10	-0,10 -0,20	+0,60 +0,20
4	+0,25 +0,20	-0,10 -0,20	-0,40 -0,45	+0,10 0	0 -0,10	+0,60 +0,20