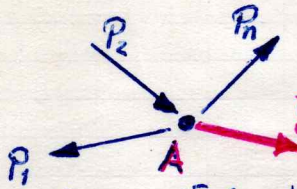


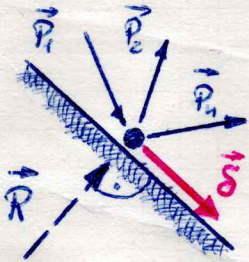
Oroszeniem jest inżynier, skorzysta z biegunowego planu przesunięć drógowych, który pokazuje względnie przesunięcia punktów mechanicznych. Wielkość przesunięć łatwo znaleźć jako proporcjonalnie do odległości, jeżeli jedno z przesunięć obieramy w podstawie rysunku.

4.3. ZASADA PRAC PRZYGOTOWANYCH (WIRTUALNYCH)



Punkt swobodny A obciążony zrównoważonym układem sił ( $\sum \vec{P}_i = \vec{W} = 0$ ) doznaje przesunięcia przygotowanego  $\delta$ , które jest: możliwe, niezależne od czasu i sił.

Prace układu sił ma postać  $L = \vec{P}_1 \cdot \vec{\delta} + \dots + \vec{P}_n \cdot \vec{\delta} = (\vec{P}_1 + \dots + \vec{P}_n) \cdot \vec{\delta} = \sum \vec{P}_i \cdot \vec{\delta} = \vec{W} \cdot \vec{\delta} = 0$



Punkt wswobodny obciążony zrównoważonym układem sił ( $\vec{R} + \sum \vec{P}_i = 0$ ) doznaje przesunięcia przygotowanego  $\delta$  zgodnie z ograniczeniem geometrycznym ułożonym na punkt.

Prace układu sił

$$L = (\vec{R} + \vec{P}_1 + \dots + \vec{P}_n) \cdot \vec{\delta} = 0 \Rightarrow (\vec{R} + \sum \vec{P}_i) \cdot \vec{\delta} = 0 \Rightarrow \vec{R} \cdot \vec{\delta} + \sum \vec{P}_i \cdot \vec{\delta} = 0$$

ale  $\vec{R} \perp \vec{\delta} \Rightarrow \underline{\sum \vec{P}_i \cdot \vec{\delta} = 0}$

W układzie zrównoważonym suma prac sił rzeczywistych wykonanych na przesunięciach przygotowanych jest równa zero.

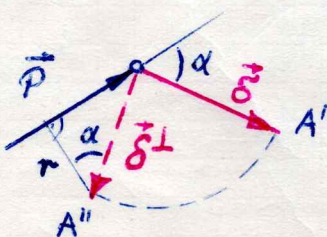
Wypodiowo układ sił działających na jednej torze jest równoważony temu układowi, z którego wykonuje równoważną pracę na przesunięciach tej torze. Przy obliczeniu pracy przygotowanej układ sił działających na jednej torze można zastąpić dowolnym układem równoważnym, w tym także odpowiednim (tej torze).

Zasadę tę można wykorzystać do wyznaczenia odległości i sił rzeczywistych. W tym celu należy przejść na odpowiednią pochyłą wielkość i zastąpić ją wielkością rzeczywistą, którą można z faktycznym obciążeniem wykonać do równoważnej pracy przygotowanej. Równoważnie, przemieść <sup>odpowiedni</sup> przekształca geometrycznie ułożony układ w mechaniczny, którego można nadać przesunięcie przygotowane (możliwe, niezależne od czasu i sił).

Równoważną pracę można ująć dla przesunięć rzeczywistych i drógowych.

Praca

$$L = \vec{P} \cdot \vec{\delta} = P \cdot \delta \cos \alpha = P \delta^\perp \cos \alpha = P \cdot r = M_A$$

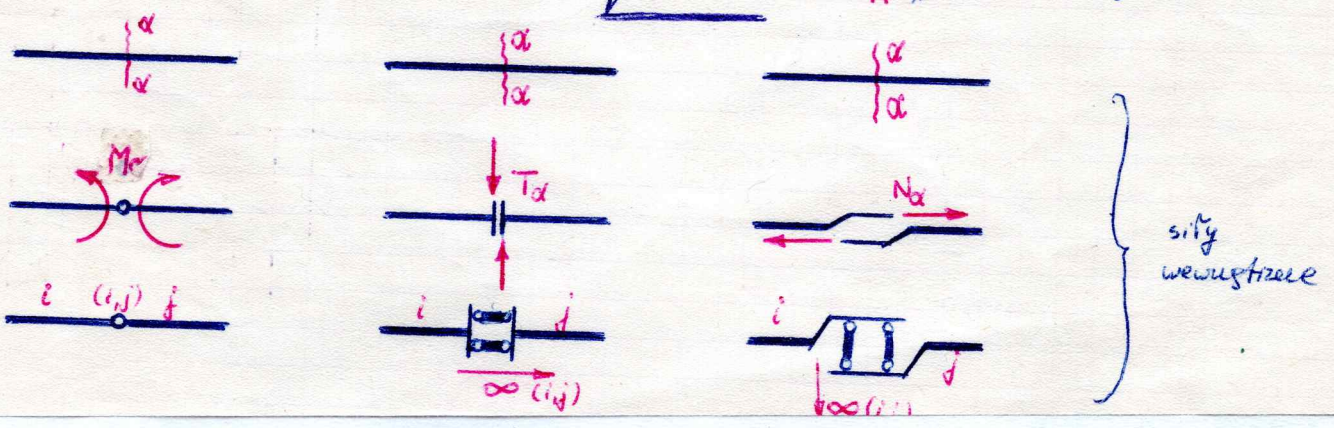
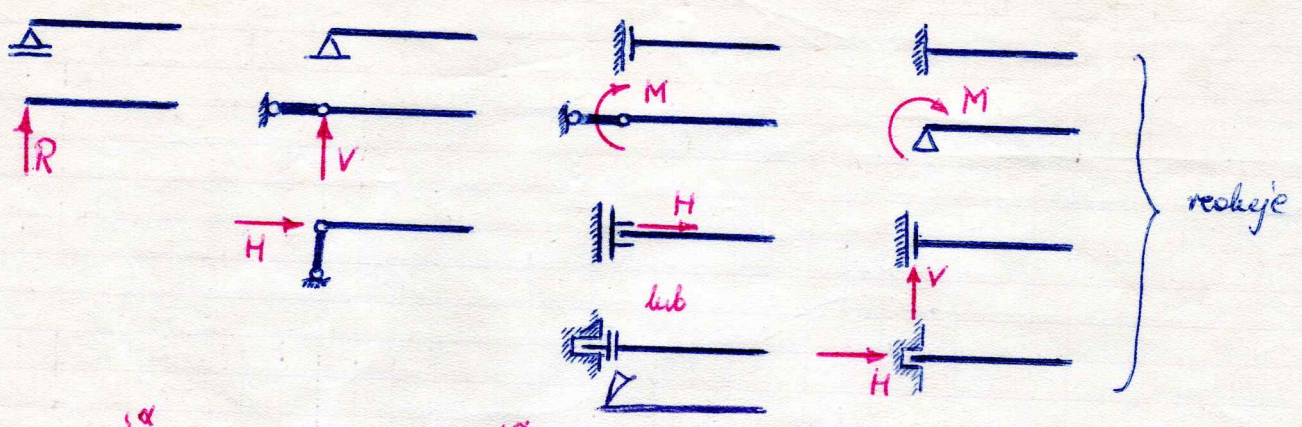


Praca sił na przesunięciach rzeczywistych jest równa momentowi siły względem końca wektora przesunięcia drógowego.

Zasadę prac przygotowanych jako i same plany przesunięć mogą służyć do badania geometrycznej ułożoności układów.



Przykłady pręgnienia osi



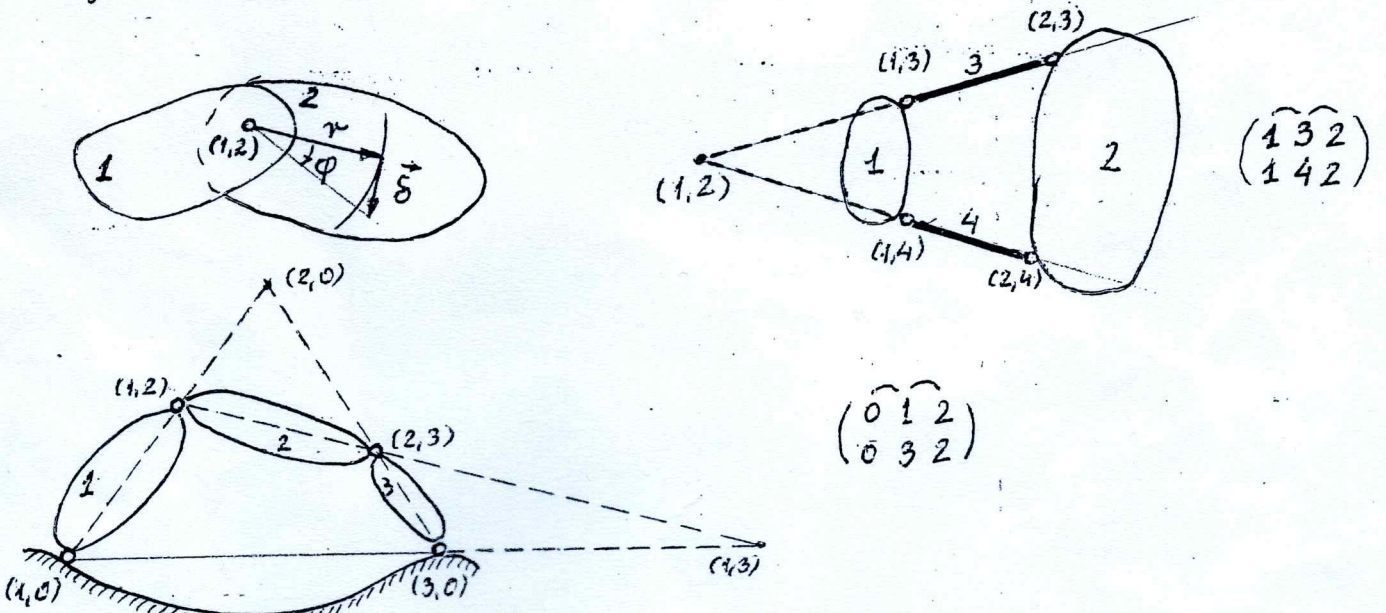


# 4. ZASADA PRAC PRZYGOTOWANYCH (CIAKA SZTYWNE)

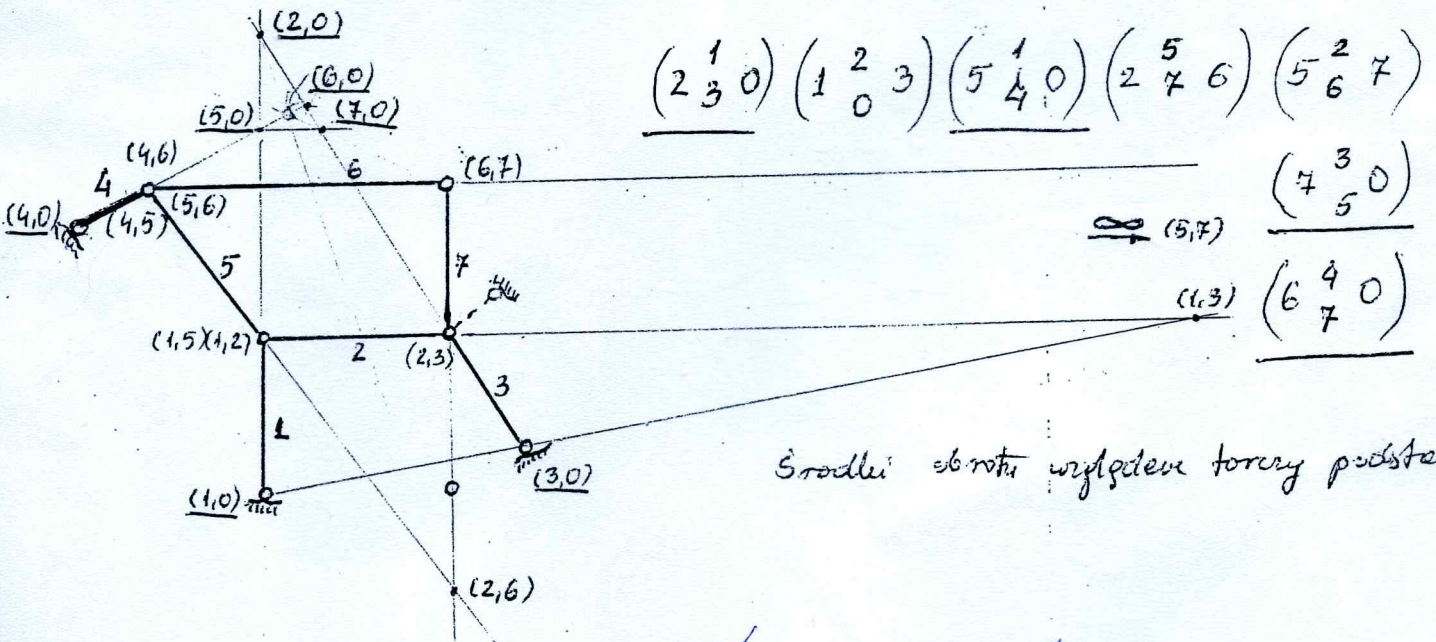
## 4.1. MECHANIZM. ŚRODKI WZAJEMNEGO OBROTU TARCZ.

Jeżeli w układzie statycznym wyznaczalnym i geometrycznym uwzględniamy usunięty (przetniemy) jedną z osi elementarnych, otrzymujemy układ inny. Układem może być wyznaczony ruch, przy czym ruch jednej tarczy determinuje inne ruchy tarcz pozostałych. Ruch jednej tarczy interpretujemy jako obroty wokół środków obrotu, a przecięcia przyjmujemy styki do których trajektorie ruchu, t.j. prostopadłe do prowadzącego obrotu (jeżeli  $\varphi \neq 0$  to  $t_{\varphi} = 0$ , obroty wokół osi, że tarczy kinematycznej o jednym stopniu swobody jest między innymi.

Przebiegi wyznaczania środków dwulicowego obrotu.



$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 0 & 3 & 2 \end{pmatrix}$$



$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 3 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 4 & 4 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 & 5 & 6 \\ 7 & 7 & 6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 & 2 & 7 \\ 6 & 6 & 7 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 7 & 3 & 0 \\ 5 & 5 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\infty (5,7)$$

$$\begin{pmatrix} 6 & 4 & 0 \\ 7 & 7 & 0 \end{pmatrix}$$

Środki obrotu wyprowadzone torczy podstawowej

$$\begin{pmatrix} 6 & 4 & 0 \\ 5 & 5 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 6 & 4 & 0 \\ 2 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 6 & 5 & 2 \\ 7 & 7 & 2 \end{pmatrix}$$