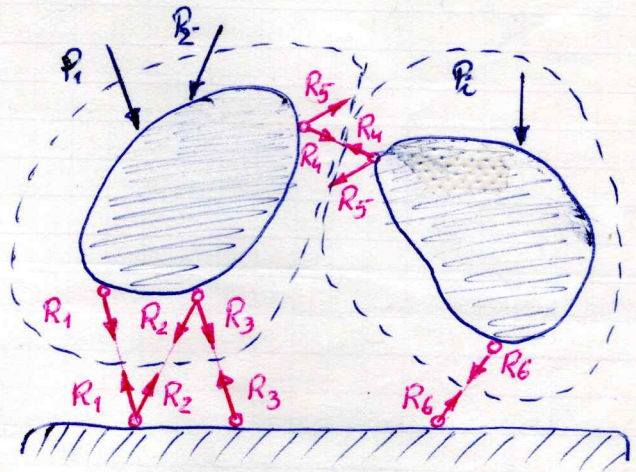
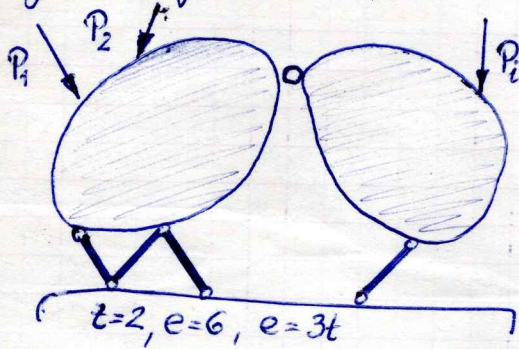


3.3 Siły czynne i bierno. Warunki rozwiązywalności układu płaskiego.

Torze należące do układu mogą być obciążone dowolnym zbiorem sił zewnętrznych P_i . Siły te nazywamy siłami czynnymi (obciążenie czynne). Zależą one wyłącznie od sposobu użytkowania konstrukcji (od przeobrażenia). W wyniku działania tych sił w więziskach elementarnych łączących torze powstają oddziaływania (reakcje), które nazywamy siłami biernymi, zależą one bowiem zarówno od obciążenia czynnych jak i od konfiguracji ustroju. Siły te (bierno) będziemy zaliczać także do sił zewnętrznych. Długość sił biernych R_i jest równa liczbie zastosowanych więzi elementarnych e .

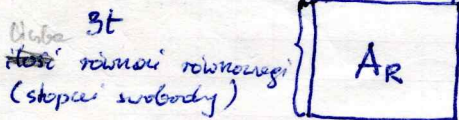


Każdą więź można zastąpić (zgodnie z trzecim prawem Newtona) zrównoważonymi kolinearnymi układem dwóch sił. W ten sposób torze zostały rozdzielone i każde z nich musi spełniać warunki równowagi, a więc 3 równanie równowagi. Jeżeli oznaczymy

$$\bar{P} = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{bmatrix}; \quad \bar{R} = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \\ R_6 \end{bmatrix} \quad \text{to równania równowagi dla torz (zbiore torz) mają postać macierzoną}$$

$$A_R \bar{R} + A_P \bar{P} = 0, \quad \text{stąd} \quad \bar{R} = -A_R^{-1} A_P \bar{P}$$

gdzie A_R, A_P są macierzami złożonymi ze współrzędnych równań równowagi. Będąc jednoznaczność rozwiązania zauważymy, że macierz A_R ma wymiar $(3t \times e)$ ^{liczba} ~~sił~~ ^{sił} w więziskach elementarnych



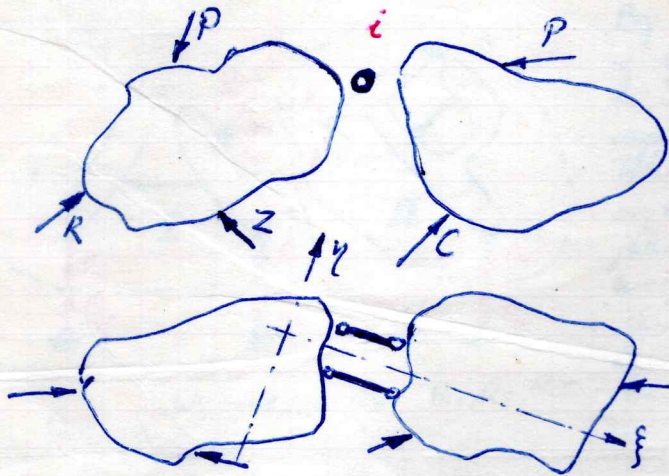
- 1) $e = 3t$, macierz A_R jest kwadratowa; $\det A_R \neq 0$ (nieosobliwa), A_R^{-1} istnieje \rightarrow układ jest geometrycznie niezmienny i statycznie wyznaczalny (jednoznacznie rozwiązywalny na podstawie równań równowagi, tzn. układ izostaticzny). Jeżeli A_R da się przyporządkować A_R^{-1} , to istnieje jednoznaczne rozwiązanie.
- 2) $e = 3t$, macierz A_R jest kwadratowa; $\det A_R = 0$ (osobliwa), A_R^{-1} nie istnieje \rightarrow układ jest geometrycznie zmienny z przynajmniej jednościanymi i nie ma jednoznacznego rozwiązania (może mieć niezerowe rozwiązanie nawet przy braku obciążenia czynnych)
- 3) $e < 3t$, macierz A_R prostokątna „pionowo” (\square), A_R^{-1} nie istnieje, \rightarrow układ równań jest sprzeczny (zbyt mało ~~brak niewiadomych~~ ^{współzmiennych} - więcej równań niż niewiadomych) \rightarrow ustrój jest geometrycznie zmienny.
- 4) $e > 3t$, macierz A_R jest prostokątna „poziomo” (\square), A_R^{-1} nie istnieje, \rightarrow układ równań jest nieznaczony (zbyt mało ~~brak~~ ^{współzmiennych} równań w stosunku do liczby niewiadomych). Tego typu układy nazywamy statycznie niewyznaczalnymi (hiperstatycznymi) i mogą być one geometrycznie niezmiennymi ^(najczęściej są) o stopniu przetyknięcia $n = e - 3t$, i stopień przetyknięcia jest równocześnie stopniem statycznej niewyznaczalności (n_s).

W dalszym ciągu zajmować się będziemy ustrójami statycznie wyznaczalnymi (izostaticznymi).

Z analizy warunków równowagi konstrukcji statycznie wyznaczalnych; tj. bez zewnętrznie statycznie wyznaczalnych, do obliczenia wartości sił w oporach podporowych wystarczą ~~trzy~~ ^{cztery} równania równowagi dla każdego z członów podporowych (oddzielności).

Analizując taką konstrukcję globalnie, wystarczą precyzyjnie wizer elementarne łączące taras z ośmią. Następnie możemy wypisać dla całego układu 3 warunki równowagi. Brakujące równania potrzebne do wyznaczenia wystąpią wiewodzonych (sił biernych), wynikają z warunków które narzucają wizer elementarne (wewnętrzne), łączące tarasy między sobą.

W zależności od wytyczenia wizer wewnętrznych łączących tarasy, mamy różne wymagane warunki, które dane opie konstrukcji musi spełniać.



$$\sum M_i \text{ (z lewej lub prawej) } = 0$$

$$\sum_i P_{iq} \text{ (z prawej lub lewej) } = 0$$

Uzyskanie do tej chwili informacji nie pozwala w sposób efektywny rozwiązywać problemu geometrycznej niezmierności, szczególnie w przypadku, gdy konstrukcja są bardziej złożone. Sposoby badania takich układów pomamy później.

Kryteria badania geometrycznej niezmierności układów prostych to uwaga:

1. Wykorzystanie twierdzeń o połączeniu taras
2. Badanie wyznaczalności układu (sposób uniwersalny)
3. Analiza planu pręgnięci (metoda kinematyczna)
4. Kryteria inegilce, pozwalające do analizy specyficznych typów konstrukcji (np. drążek zerowe, met. Henneberge).

Niekóre rozważania będą omówione w następujących przykładach.

