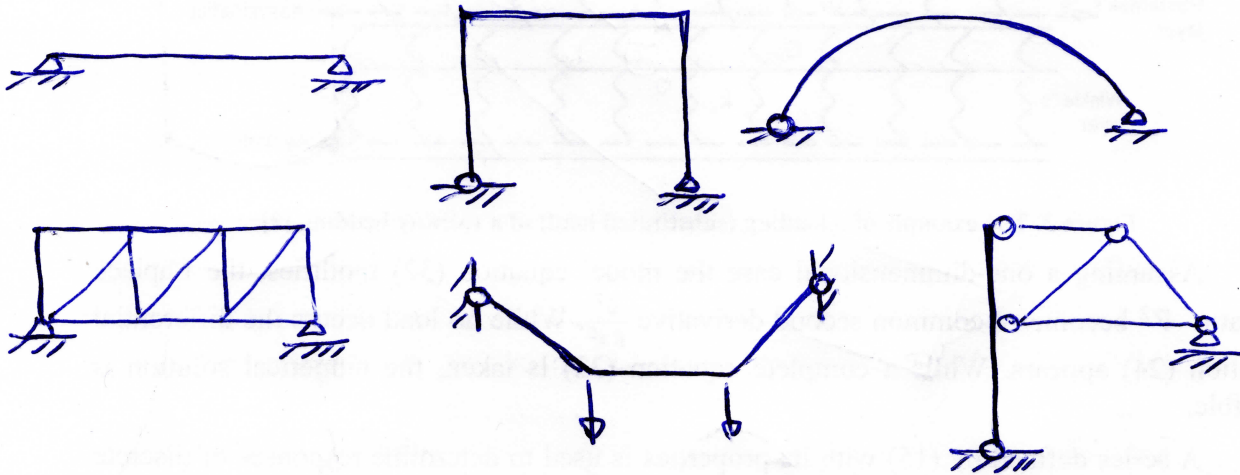


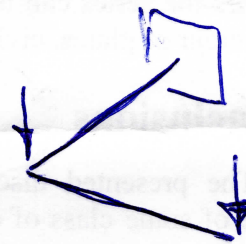
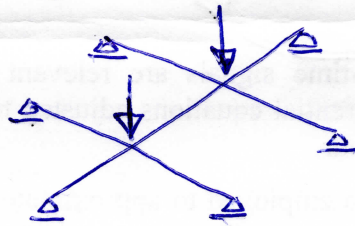
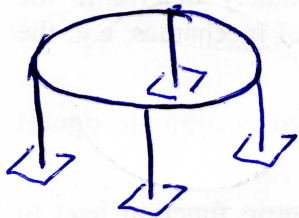
PRZEGLĄD UKŁADÓW KONSTRUKCYJNYCH

1

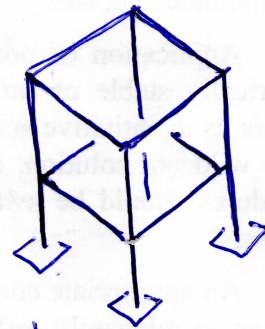
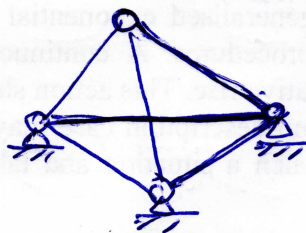
UKŁADY PRĘTOWE: belki, ramy, łuki, kratownice, słupy, ciężne (liny), układy sztywno-wolne (ramowo-kratowe) (modele dwuwymiarowe-2D)



(modele 3D) - rury belkowe, dźwigi zamkowe i zakrywkowe w płaszczyźnie

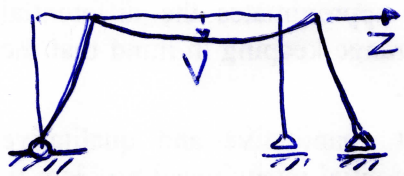
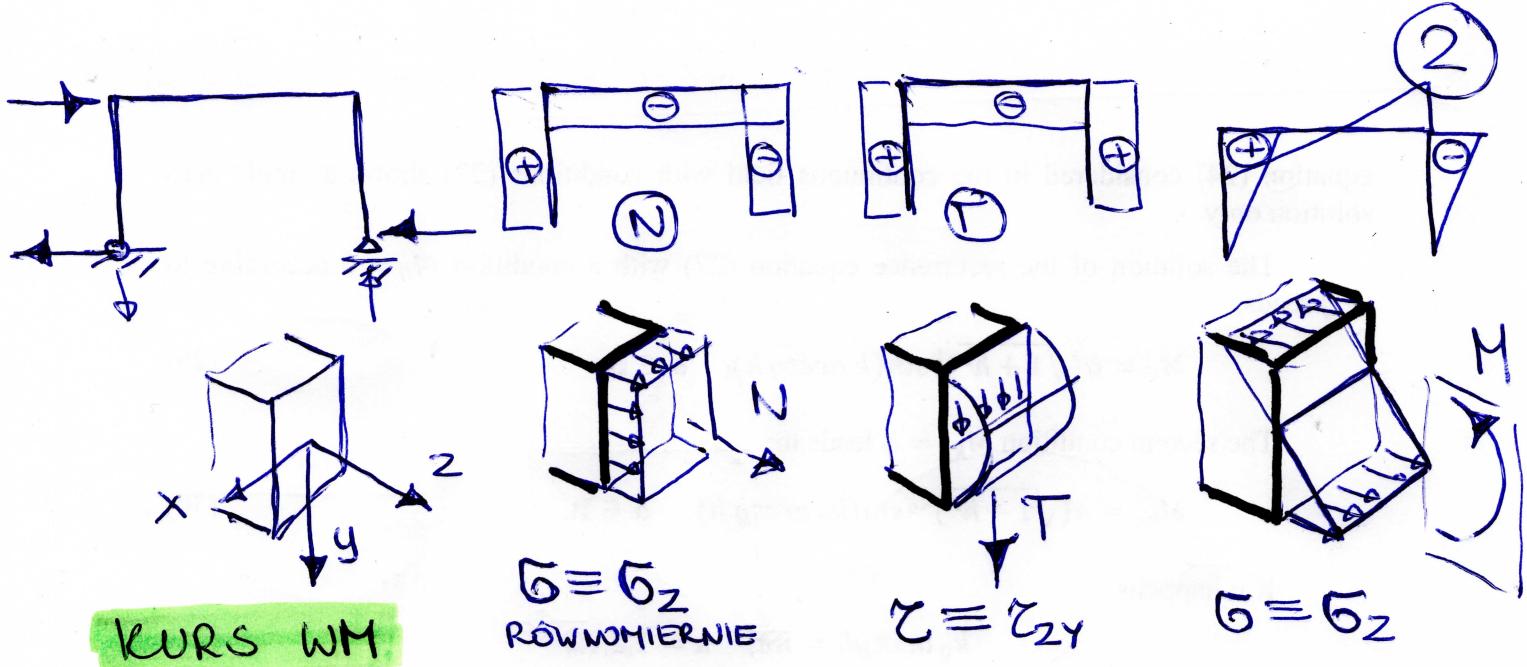


kratownice i ramy przestrzenne



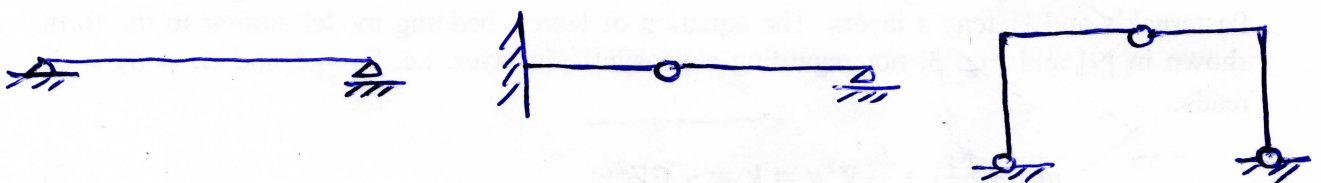
cel analizy:

- reakcje podporowe zewnętrzne
- siły wewnętrzne (przekrojowe) na długości elementów - WYKRESY
- naprężenia w przekrojach poprzecznych elementów
- deformacje - stan przemieszczeń, linie ugięcia

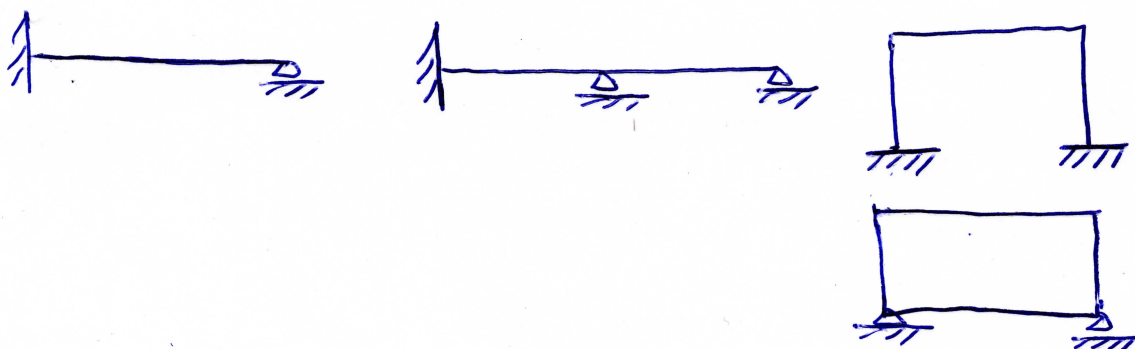


stan przeszerzeń - linie ugięcia
 na odcinkach - funkcje $v(z)$
 lub wartości w poszczególnych punktach
 (ugięcia, kąty obrotu) up. z zasady
 proste wirtualnych w układach odkształcalnych

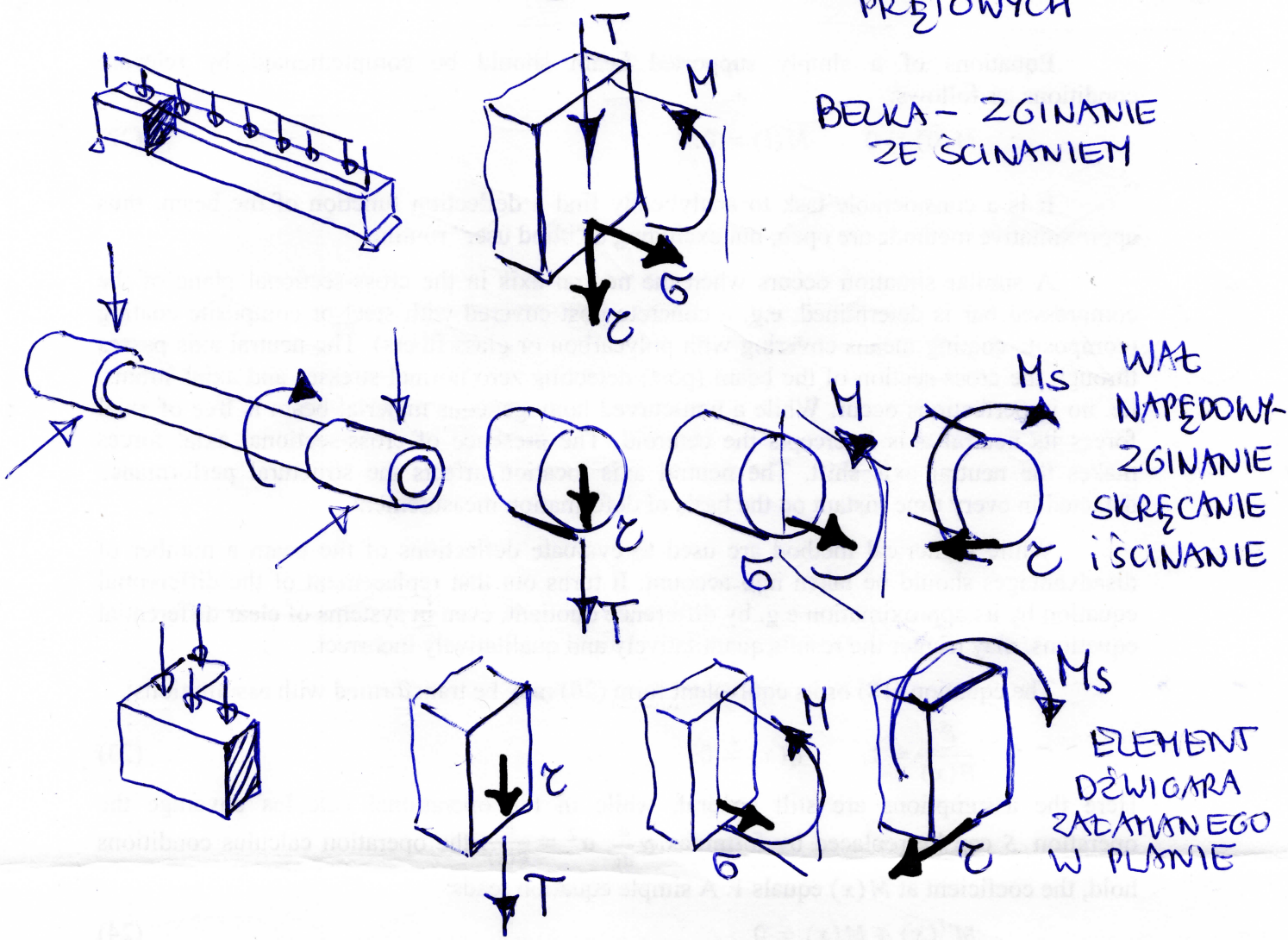
UKŁAD STATYCZNIE WYZNACZALNY - odpowiedź statyczna
 (reakcje, siły wewnętrzne, naprężenie) możliwe do określenia
 jedynie na podstawie równań równowagi



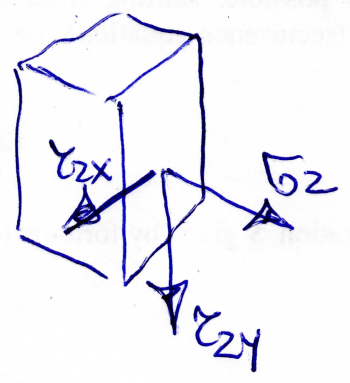
UKŁAD STATYCZNIE NIETYCZNIE WYZNACZALNY - kompletna
 odpowiedź statyczna: reakcje, siły wewnętrzne i naprężenie
 niemożliwe do określenia przy jedynych równaniach
 równowagi



ZŁOŻONE STANY NAPRĘŻENIA W UKŁADACH PRĘTOWYCH



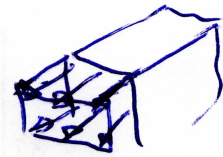
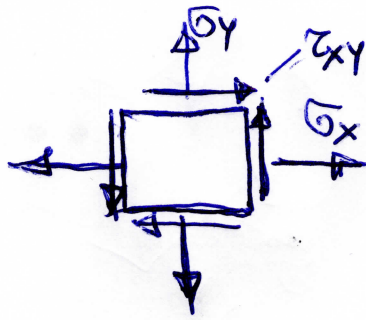
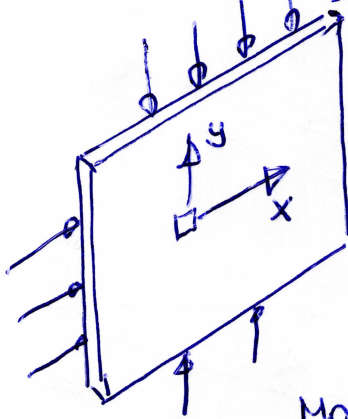
W W.W. PRZYPADKACH NAPRĘŻENIA OBLICZAMY JEDYNIĘ W PRZEKROJU POPRZECZNYM - JEŚLI NORMALNA JEST Z SKŁADOWYMI SĄ TYLKO σ_z , τ_{zy} i τ_{zx}



W ANALIZIE INŻYNIERSKIEJ TE WIELKOŚCI SĄ SKŁADNIKAMI WYTĘŻENIA KONSTRUKCJI.

OBIEKTY, KTÓRE WYCHODZĄ POZA KLASĘ UKŁADÓW PRĘTOWYCH (4)

*TARCZA (PSN)

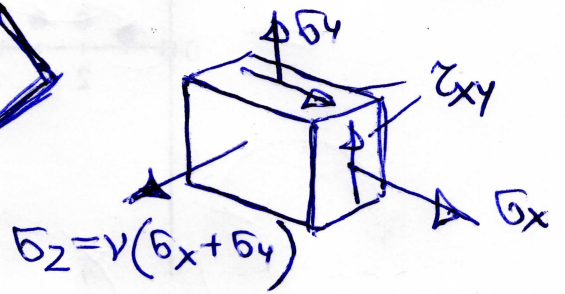
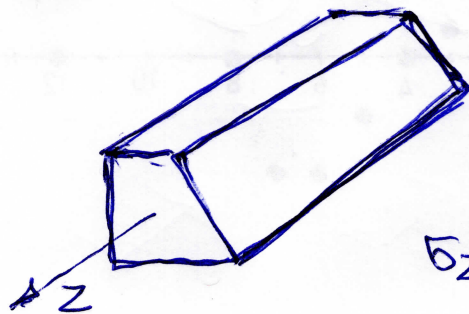


rozkład naprężeń
na grubości ścianki
równomierny

trzy składowe naprężenie - płeski stan naprężeń.
Możliwe zmiana grubości - nie jest to płeski
stan odkształceń

*PŁASKI STAN
ODKRSZTAŁCENÍ

nurociąg, ściana
oporowa

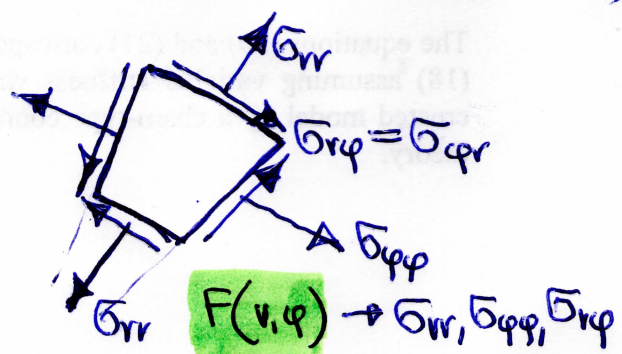
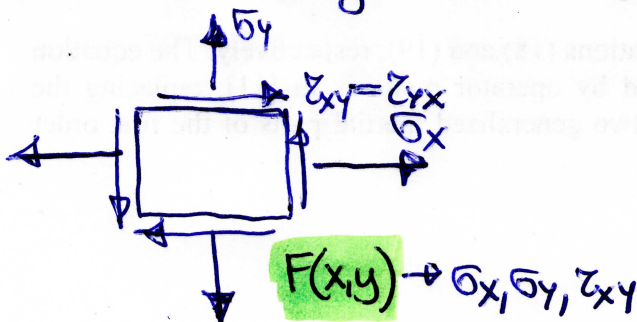


stan odkształcenia w płaszczyźnie, stan naprężenie -
płeski oraz $\sigma_z = \nu(\sigma_x + \sigma_y) \rightarrow$ nie jest to PSN
ale komplet niezależnych składowych w płaszczyźnie

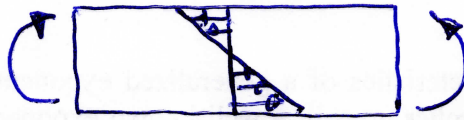
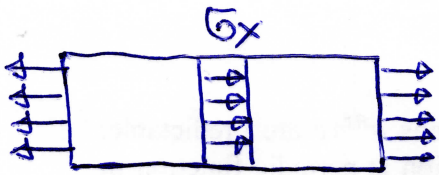
PSN, PSO - zagadnienia dwuwymiarowe (analityczne)

oba statycznie niewyznacalne \rightarrow naprężenie - trzy składowe
nie możliwe do obliczenia tylko na podstawie dwóch
równań równowagi $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy} = \tau_{yx} \rightarrow \Sigma P_x = 0, \Sigma P_y = 0$

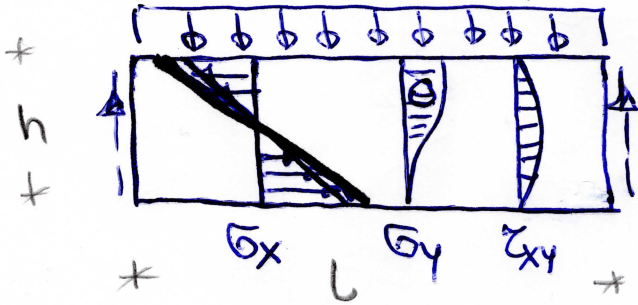
Możliwy sposób rozwiązania: funkcje Airy (George Airy) $F(x,y)$
skupięzca wszystkie składowe naprężenie 2D
w układzie kartezjańskim $F(x,y)$, w układzie biegunowym $F(r,\varphi)$



PRZYKŁADY ROZWIĄZANIA TARCZ → f. Airy (5)

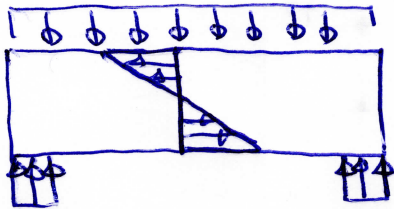


rozwiązanie w pełni zgodne z rozwiązaniami WM

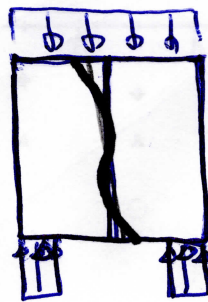


rozwiązanie:
 σ_x - WM dobrym przybliżeniem gdy $L \gg h$
 σ_y - w belkach (WM) pomijalnie małe
 τ_{xy} - identyczne z rozwiązaniem belkowym

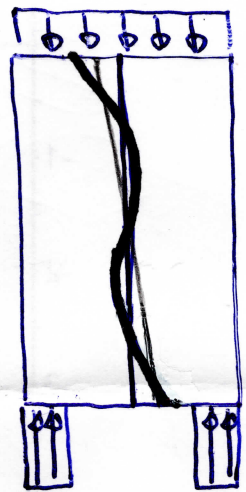
Rozwiązanie tarczy - naprężenie σ_y - zależy od proporcji $\frac{h}{L}$



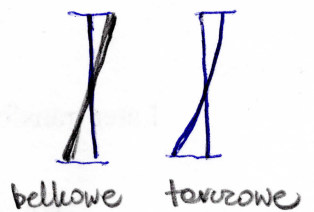
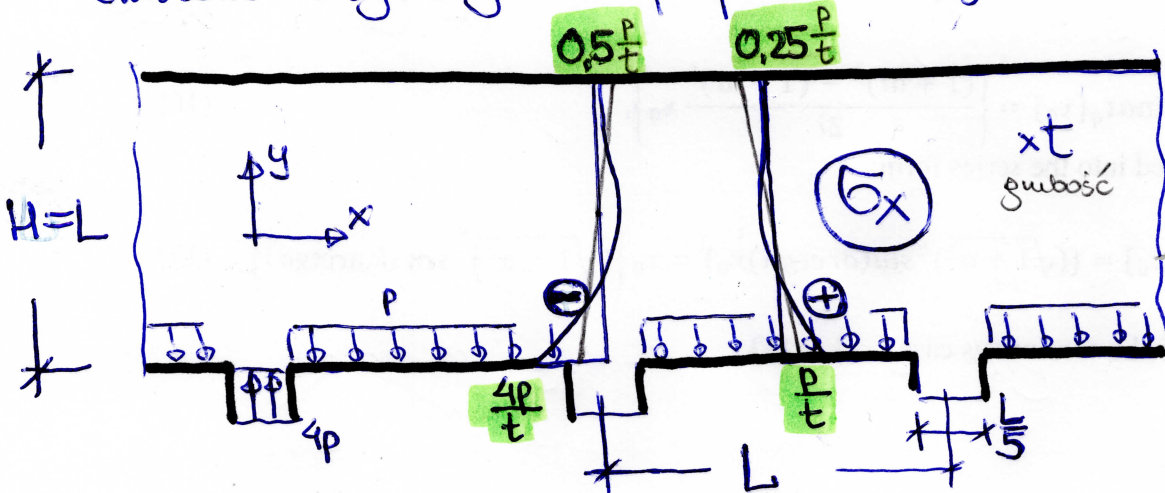
blisko rozwiązania belkowego



Widoczne odchylenia



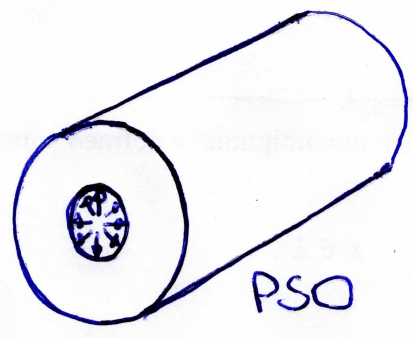
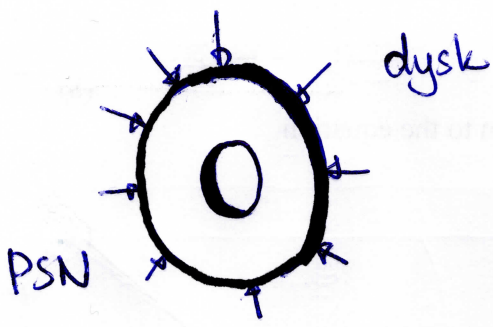
Przemy tarczowe - mechaniczne, ośrodkowe i symetryczne podparcie i obciążenie



przy odpowiednio dużej (tarczowej) proporcji $\frac{H}{L}$ naprężenie σ_x zdecydowanie odbiega od rozwiązania belkowego

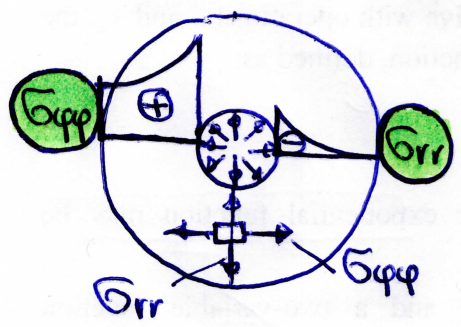
Układ biegunowy - symetria obrotowa (osiowa)

6



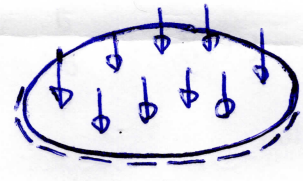
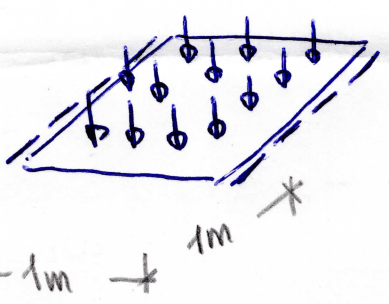
rura grubościenna pod ciśnieniem wewnętrznym (ew. zewnętrznym)

$F = F(r) \rightarrow \sigma_{rr}, \sigma_{\varphi\varphi} \quad (\sigma_{r\varphi} = \sigma_{\varphi r} = 0)$

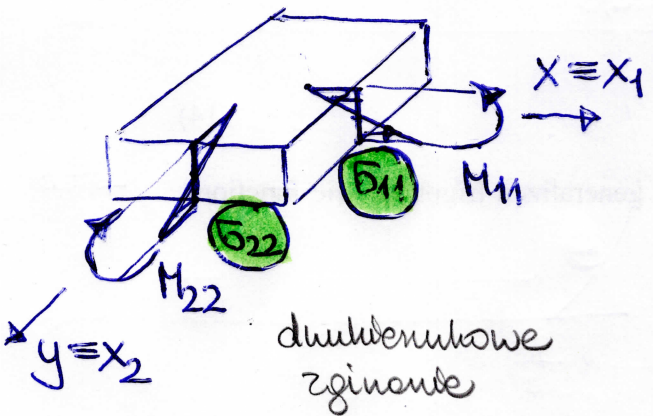


rozwiązanie w płaszczyźnie jednokłowej w przypadku PSN i PSO, PSO \rightarrow dodatkowo $\sigma_z = \nu(\sigma_x + \sigma_y)$

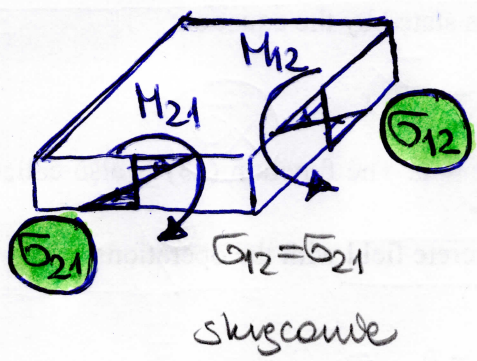
PŁYTY



podstawowe funkcje $w(x,y)$ lub $w(r,\varphi)$



dwukierunkowe zginanie

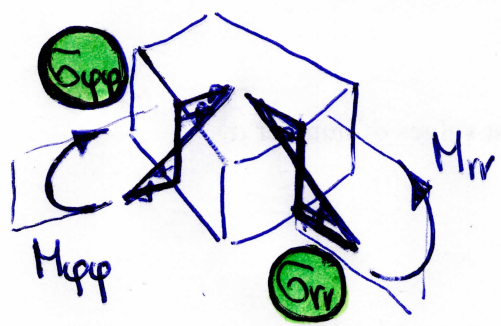


skęśone

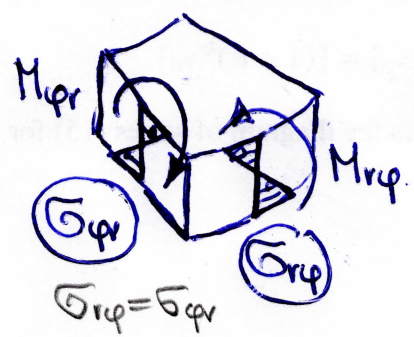
układ kartezjański

dwukierunkowe zginanie

skęśone



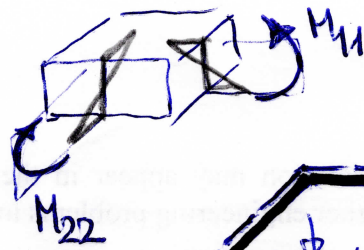
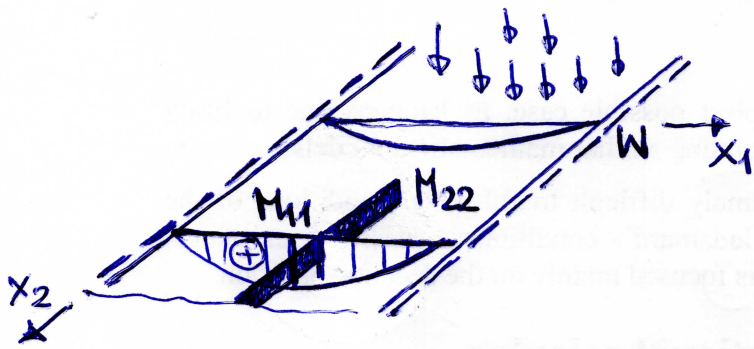
$M_{\varphi\varphi}$



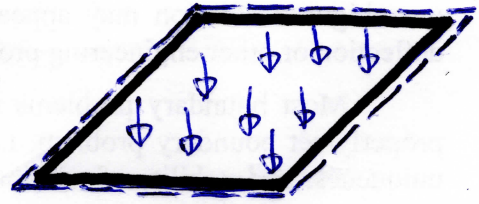
$\sigma_{r\varphi} = \sigma_{\varphi r}$

układ biegunowy

układ kartezjański

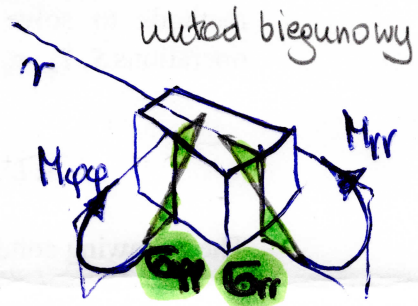
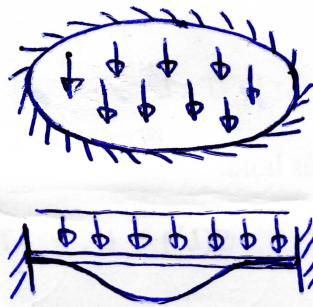
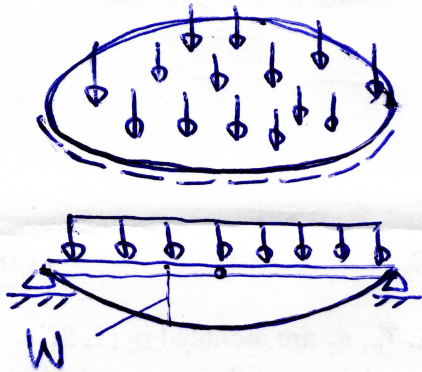


(7)



posmo płytowe - najprostsza forma
rozwiązanie płyty w układzie kartezjańskim
funkcje jednej zmiennej $W(x_1), M_{11}(x_1)$
rozwiązanie podobne do rozw. równania
Eulera w belce zginanej
brak skłębienia \rightarrow naprężenia σ_{11} i σ_{22}
normalne

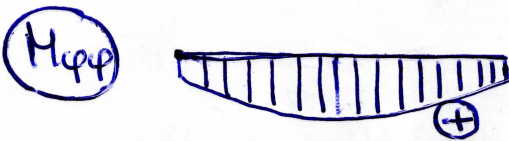
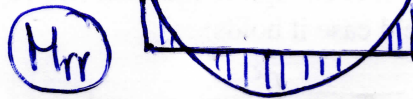
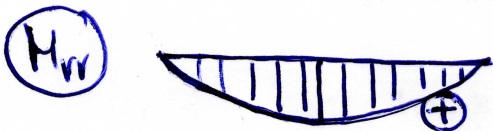
plyta prostokątna
o wymiarach skończonych -
rozwiązanie - rozwinięcie
w podwojną szereg Fouriera,
plyta o wydłużonym wymiarze \rightarrow
rozwiązanie zbliżone do posmo



plyty
obrotowo-symetryczne

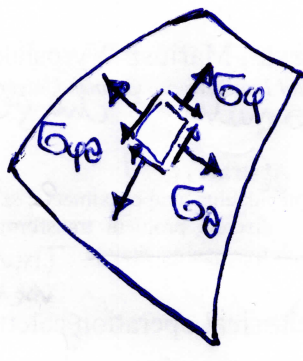
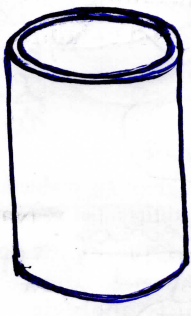
$W(v)$
 $M_{rr}(v), M_{\phi\phi}(v)$

brak skłębienia \rightarrow
naprężenia σ_{rr} i $\sigma_{\phi\phi}$
normalne

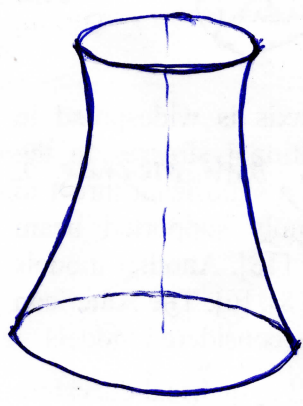


POWTOKI - dźwigary powierzchniowe o powierzchni środnkowej (początkowej) niezależnej płaszczyzny, pojedyncze lub podwójne krzywizny

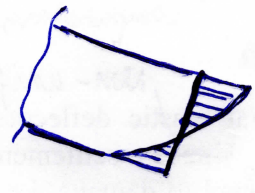
zbiornik walcowy



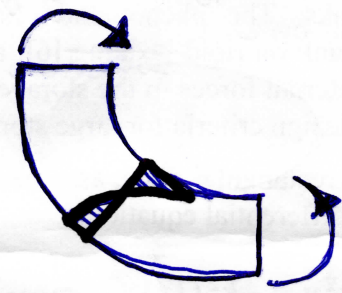
pełna klasa - powłoki obrotowe - także redukcja składowych zmiennych



chłodnie kominowe - hiperboloida obrotowa

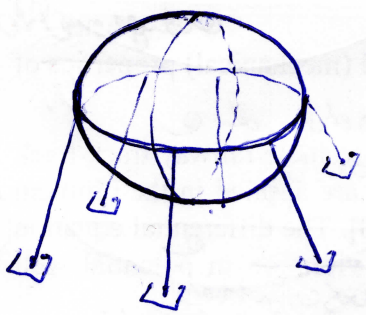


na grubości ścianki rozkład naprężeń zakrzywiony (nieuniemożliwy)



-Zależny od krzywizny

analogie do płyty silnie zakrzywionej



zbiornik kulisty

Szczególne klasa - stan błonowy (membranowy)

- stan odpowiadający membrance pod wieknelkim ciśnieniem, brak zginania, naprężenia rozłożone na grubości równomiernie (analogie do stanu tarzowego dźwigarów płaskich)