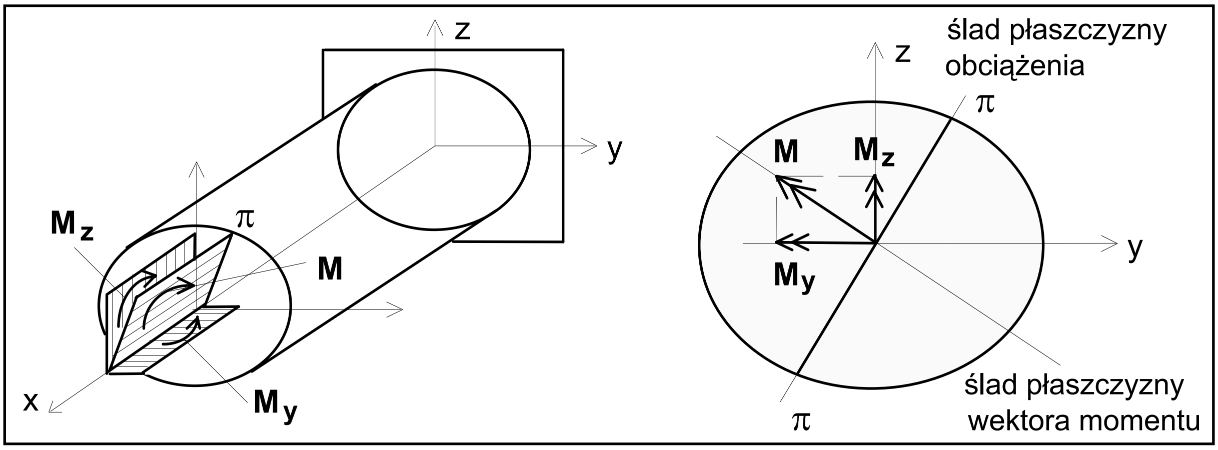
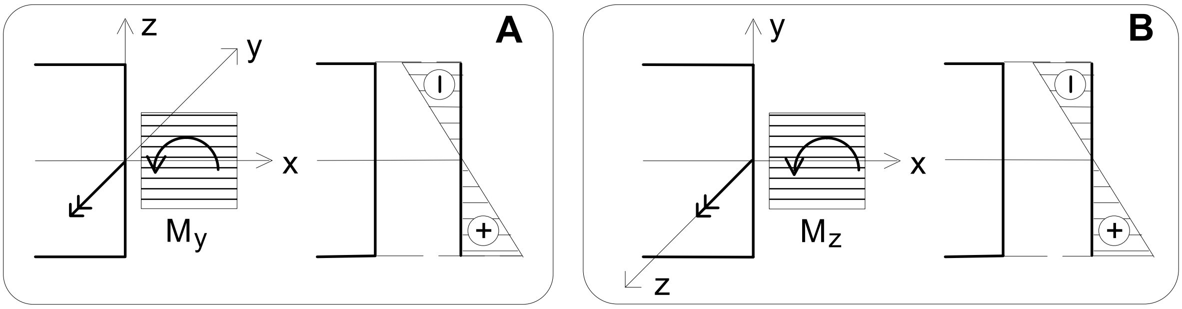
1. SFORMUŁOWANIE ZAGADNIENIA ZGINANIA UKOŚNEGO

Definicja: Zginanie ukośne to taki przypadek wytrzymałościowy, w którym obciążenie zewnętrzne redukuje się w przekroju poprzecznym pręta do pary sił (o momencie M) leżącej w płaszczyźnie prostopadłej do przekroju, ale nie będącej żadną z płaszczyzn głównych bezwładności tzn. (x, y) lub (x, z).



1.1. Naprężenie normalne σ_x (zastosowanie zasady superpozycji)



✶ **Przypadek A - zginanie w płaszczyźnie (x, z)**

$$\sigma_x = -\frac{M_y}{I_y} z$$

✶ **przypadek B - zginanie w płaszczyźnie (x, y)**

$$\sigma_x = -\frac{M_z}{I_z} y$$

✶ **- zginanie w płaszczyźnie π**

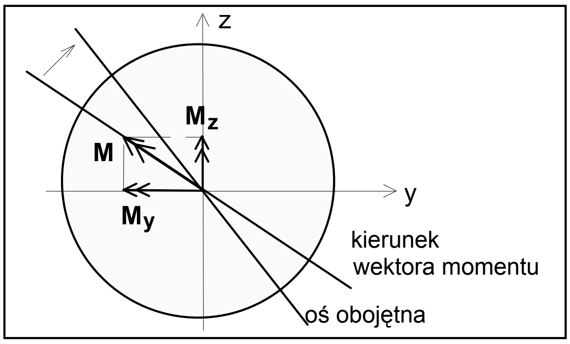
$$\boxed{\sigma_x = -\frac{M_y}{I_y} z - \frac{M_z}{I_z} y}$$

1.2. Oś obojętna

Definicja: oś obojętna to zbiór punktów, w których naprężenie σ_x osiąga wartość zerową.

$$\sigma_x = -\frac{M_y}{I_y} z - \frac{M_z}{I_z} y = 0$$

$$z_o = -\frac{I_y}{I_z}\frac{M_z}{M_y} y$$



✶ równanie śladu płaszczyzny wektora momentu (prosta działania wektora momentu)

$$z_M = -\operatorname{tg}\alpha\, y = -\frac{M_z}{M_y} y$$

✶ relacja między położeniem osi obojętnej i równaniem prostej działania wektora momentu

założenie: $I_y > I_z$

oś obojętna $\quad z_o = -A y \quad ; \quad A = \frac{I_y}{I_z}\frac{M_z}{M_y}$

prosta wektora momentu $\quad z_M = -B y \quad ; \quad B = \frac{M_z}{M_y}$

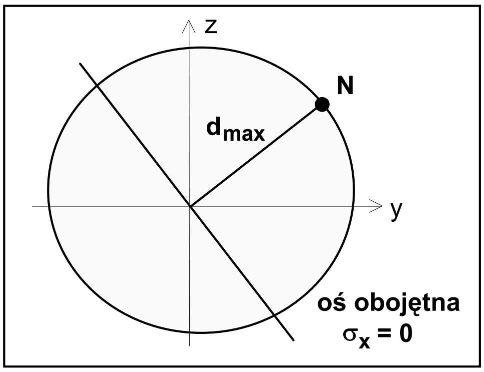
Wnioski (A > B):

1. oś obojętna odchyla się od kierunku wektora momentu zawsze w stronę tej osi bezwładności, względem której moment bezwładności jest mniejszy
2. oś obojętna pokrywa się z kierunkiem wektora momentu wtedy gdy $I_y = I_z$

1.3. Maksymalne naprężenie normalne

✶ **przekrój niebezpieczny** - przekrój poprzeczny pręta, w którym rozkład momentów M_y i M_z jest najbardziej niekorzystny z punktu widzenia wielkości naprężenia normalnego

✶ **punkt niebezpieczny** - punkt przekroju niebezpiecznego, w którym naprężenie normalne jest największe; jest to zarazem punkt położony najdalej od osi obojętnej



$$\sigma_x^{max} = \pm \frac{M_y^{n-n}}{I_y} z^N \pm \frac{M_z^{n-n}}{I_z} y^N$$

✶ **warunek wytrzymałościowy**

$$\boxed{\left|\sigma_x^{max}\right| \le R}$$