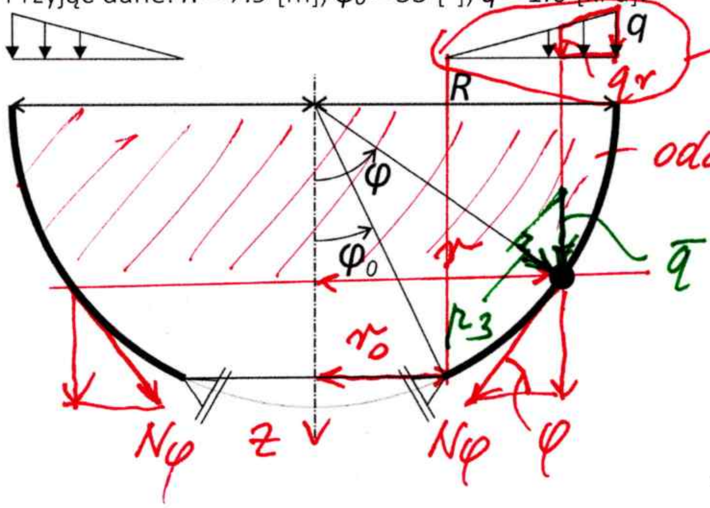
7. Obliczyć równoleżnikową siłę błonową N_θ w zaznaczonym przekroju powłoki sferycznej określonym współrzędną $\phi = 55$ [°].
Przyjąć dane: $R = 7.9$ [m], $\phi_0 = 33$ [°], $q = 1.6$ [kPa]



odcięta część powłoki

$$r_0 = R\sin\varphi_0 = 7{,}9\cdot\sin 33^\circ = 4{,}3026\,m$$

$$r = R\sin\varphi = 7{,}9\cdot\sin 55^\circ = 6{,}4713\,m$$

$$\frac{q_r}{r-r_0} = \frac{q}{R-r_0} \Rightarrow$$

$$q_r = q\frac{r-r_0}{R-r_0} = 1{,}6\,\frac{6{,}4713-4{,}3026}{7{,}9-4{,}3026} = 0{,}96456\,kPa$$

Siłę błonową N_θ obliczamy z ogólnego równania równowagi

$$\frac{N_\varphi}{R_\varphi} + \frac{N_\theta}{R_\theta} = p_3$$

gdzie:

R_φ – południkowy promień krzywizny powłoki obrotowej

R_θ – równoleżnikowy promień krzywizny (nie mylić z promieniem równoleżnika r)

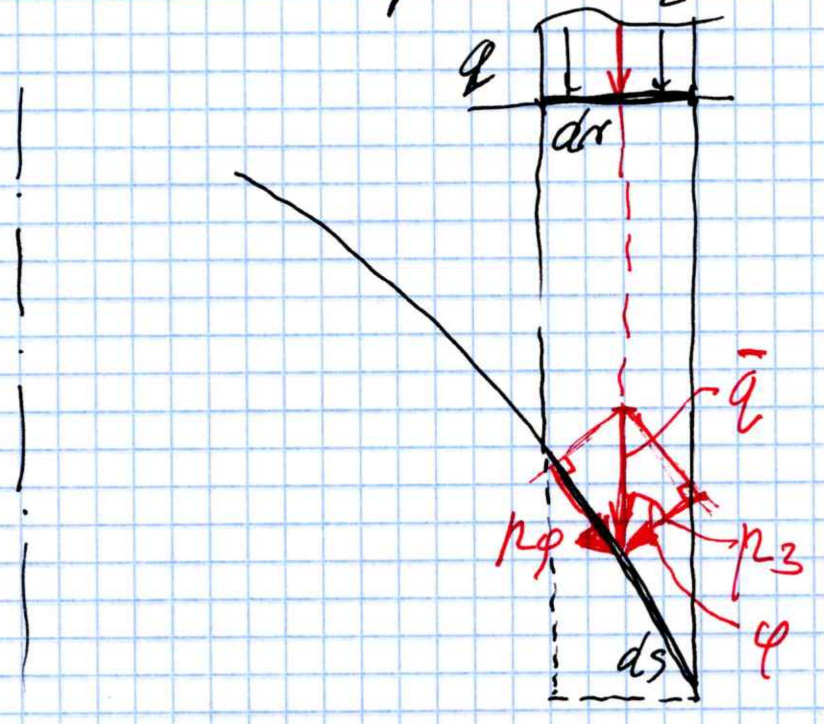
W powłoce sferycznej

$$R_\varphi = R_\theta = R$$

stąd

$$\underline{N_\theta = R\cdot p_3 - N_\varphi}$$

Składową obciążenia p_3 – prostopadłą do powłoki – obliczymy na podstawie poniższych zależności. Obciążenie q zadane jest na rzut poziomy ale w rzeczywistości działa na powierzchnię powłoki w postaci $\bar{q}$.



$$q\,dr = \bar{q}\,ds \Rightarrow$$

$$\bar{q} = q\frac{dr}{ds} = q\cos\varphi$$

$$p_3 = \bar{q}\cos\varphi = q\cos^2\varphi$$

W ostateczności

$$\underline{p_3 = \pm\, q\cos^2\varphi}$$

Znak p_3 ustala się według zasady

+ : gdy działa <u>od</u> osi obrotu

− : gdy działa <u>do</u> osi obrotu

W naszym zadaniu p_3 jest dodatnie!

$$p_3 = +\, q_r\cos^2\varphi = 0{,}96456\cdot\cos^2 55^\circ = 0{,}31733\ \mathrm{kPa}$$

Siłę błonową N_φ obliczamy tak jak w zadaniu 6 z równania równowagi rzutów na oś obrotu z. Tutaj jednak pierścień obciążenie ma przekrój trapezowy, który rozkładamy na dwie prostsze figury: prostokąt i trójkąt (lub dwa trójkąty).

$$\sum Z = 0 \Rightarrow$$

$$N_\varphi \cdot \sin\varphi \cdot \cancel{2\pi} r + \overbrace{q_r (R-r)\cdot \cancel{2\pi}\frac{R+r}{2}}^{\text{prostokąt}} +$$

$$+ \underbrace{\frac{1}{2}(q-q_r)(R-r)\cdot \cancel{2\pi}\left[r+\frac{2}{3}(R-r)\right]}_{\text{trójkąt}} = 0 \Rightarrow$$

$$N_\varphi = -\left\{ \frac{0{,}96456\cdot(7{,}9-6{,}4713)\cdot\frac{7{,}9+6{,}4713}{2}}{6{,}4713\,\sin 55^\circ} + \right.$$

$$\left. + \frac{\frac{1}{2}(1{,}6-0{,}96456)\cdot(7{,}9-6{,}4713)\cdot\left[6{,}4713+\frac{2}{3}(7{,}9-6{,}4713)\right]}{6{,}4713\,\sin 55^\circ} \right\}$$

$$N_\varphi = -2{,}5037 \text{ kPa}$$

$$N_\theta = R\,p_z - N_\varphi = 7{,}9\cdot 0{,}31733 - (-2{,}5037)$$

Ostatecznie

$$\underline{\underline{N_\theta = 5{,}0106 \text{ kN/m}}}$$