

OBLICZENIA STATYCZNE

I. OBCIĄŻENIA ZMIENNE

Parcie wiatru na zbiornik

Lokalizacja: Tarnowo

Opis	Jedn.	Q_k	γ_{f1}	γ_{f2}	Q_{o1}	Q_{o2}
1.1. Element o przekroju walca	kN/m	0,79	1,50	1,50	1,18	1,18

1.1. Element o przekroju walca

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. $A = 64$ m

$$\Rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$$

Kierunek wiatru 270°

Kategoria terenu - IV

Wysokości: minimalna $z_{\min} = 10$ m, maksymalna $z_{\max} = 500$ m, wymiar chropowatości $z_0 = 1$ m

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e0} = z_n = 10,00 \text{ m} = 0,01$ m

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{\min} = 10 \text{ m} = 10,00$ m

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 1,00 \times 1,0 \times 22 \text{ m/s} = 22 \text{ m/s}$

Wsp. chropowatości: $c_r(z_e) = 0,60 \times (z_e / 10)^{0,24} = 0,60 \times (10,00 / 10)^{0,24} = 0,60$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 1,50 \times (z_e / 10)^{0,29} = 1,50 \times (10,00 / 10)^{0,29} = 1,50$

Średnia prędkość wiatru:

$$v_m(z_e) = c_r(z_e) \times c_o(z_e) \times v_b = 0,60 \times 1,00 \times 22 \text{ m/s} = 13,2 \text{ m/s}$$

Bazowe ciśnienie prędkości:

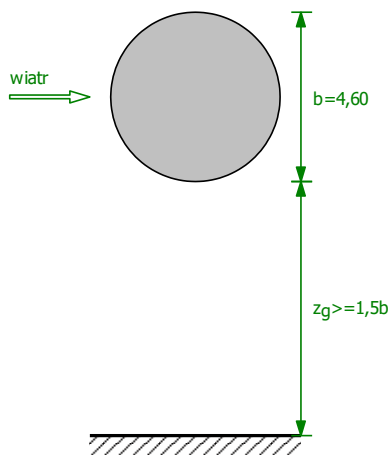
$$q_b = 0,5 \times \rho \times v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \times (22 \text{ m/s})^2 = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

$$\Rightarrow q_p(z_e) = c_e(z_e) \times q_b = 1,50 \times 0,30 \text{ kN/m}^2 = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

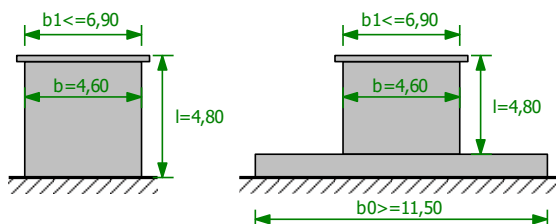
Rodzaj elementu: **element o przekroju walca**

Wymiar przekroju: $b = 4,60$ m, wymiar podłużny $l = 0,10$ m



Chropowość powierzchni (malowanie natryskowe): $k = 0,00002$ m

Swobodny opływ końca elementu: (wariant normowy nr 2)



Smukłość efektywna: $\lambda = 1,04$

Współczynnik swobodnego opływu: $\psi_\lambda = 0,60$

Liczba Reynoldsa:

Lepkość kinematyczna: $\nu = 0,000015 \text{ m}^2/\text{s}$

Wartość szczytowa prędkości wiatru: $v(z_e) = \sqrt{2 \times q_p(z_e) / \rho} = \sqrt{2 \times 0,45 \text{ kN/m}^2 / 1,25 \text{ kg/m}^3} = 26,94 \text{ m/s}$

$Re = b \times v(z_e) / \nu = 4,60 \text{ m} \times 26,94 \text{ m/s} / 0,000015 \text{ m}^2/\text{s} = 8,26 \times 10^6$

Współczynnik oporu aerodynamicznego:

$c_{f0} = 0,63$ (bez wpływu swobodnego końca)

$\Rightarrow c_f = c_{f0} \times \psi_\lambda = 0,63 \times 0,60 = 0,38$

Szerokość odniesienia: $b_{ref} = b = 4,60 \text{ m} = 4,60 \text{ m}$

Współczynnik konstrukcyjny c_{scd} :

$\Rightarrow c_{scd} = 1,00$

Obciążenie charakterystyczne $q_{w,k} = c_{scd} \times c_f \times q_p(z_e) \times b_{ref} = 1,00 \times 0,38 \times 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 4,60 \text{ m} = 0,79 \text{ kN/m}$

Obciążenie obliczeniowe $q_{w,o} = 1,50 \times 0,79 \text{ kN/m} = 1,18 \text{ kN/m}$

Projekt:

Projektant:

Pozycja:

Lokalizacja: Tarnowo

Opis	Jedn.	Q_k	γ_{f1}	γ_{f2}	Q_{o1}	Q_{o2}
1.1. Element o przekroju walca (rozkład ciśnienia)						
1.1.1. Kąt 0°	kN/m ²	0,45	1,50	1,50	0,68	0,68
1.1.2. Kąt 10°	kN/m ²	0,37	1,50	1,50	0,56	0,56
1.1.3. Kąt 20°	kN/m ²	0,22	1,50	1,50	0,33	0,33
1.1.4. Kąt 30°	kN/m ²	0,02	1,50	1,50	0,03	0,03
1.1.5. Kąt 40°	kN/m ²	-0,20	1,50	1,50	-0,29	-0,29
1.1.6. Kąt 50°	kN/m ²	-0,40	1,50	1,50	-0,60	-0,60
1.1.7. Kąt 60°	kN/m ²	-0,57	1,50	1,50	-0,86	-0,86
1.1.8. Kąt 70°	kN/m ²	-0,68	1,50	1,50	-1,02	-1,02
1.1.9. Kąt 80°	kN/m ²	-0,69	1,50	1,50	-1,03	-1,03
1.1.10. Kąt 90°	kN/m ²	-0,57	1,50	1,50	-0,85	-0,85
1.1.11. Kąt 100°	kN/m ²	-0,37	1,50	1,50	-0,55	-0,55
1.1.12. Kąt 110°	kN/m ²	-0,23	1,50	1,50	-0,34	-0,34

1.1. Element o przekroju walca (rozkład ciśnienia)

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. $A = 63 \text{ m}$

$\Rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$

Kierunek wiatru 270°

Kategoria terenu - IV

Wysokości: minimalna $z_{min} = 10 \text{ m}$, maksymalna $z_{max} = 500 \text{ m}$, wymiar chropowatości $z_0 = 1 \text{ m}$

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e0} = 5,00 \text{ m}$

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{min} = 10 \text{ m} = 10,00 \text{ m}$

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 1,00 \times 1,0 \times 22 \text{ m/s} = 22 \text{ m/s}$

Wsp. chropowatości: $c_r(z_e) = 0,60 \times (z_e / 10)^{0,24} = 0,60 \times (10,00 / 10)^{0,24} = 0,60$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 1,50 \times (z_e / 10)^{0,29} = 1,50 \times (10,00 / 10)^{0,29} = 1,50$

Średnia prędkość wiatru:

$$v_m(z_e) = c_r(z_e) \times c_o(z_e) \times v_b = 0,60 \times 1,00 \times 22 \text{ m/s} = 13,2 \text{ m/s}$$

Bazowe ciśnienie prędkości:

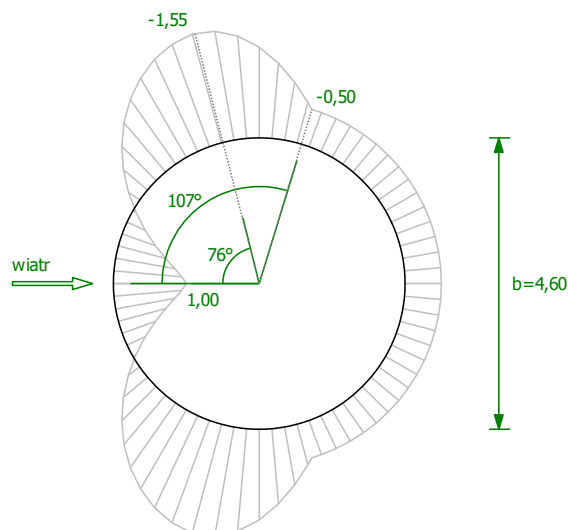
$$q_b = 0,5 \times \rho \times v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \times (22 \text{ m/s})^2 = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

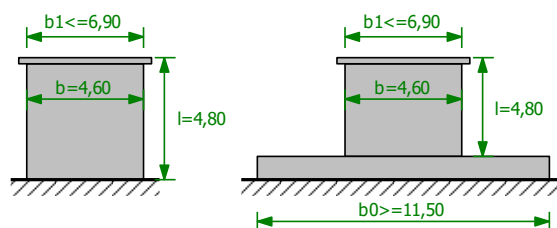
$$\Rightarrow q_p(z_e) = c_e(z_e) \times q_b = 1,50 \times 0,30 \text{ kN/m}^2 = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

Rodzaj elementu: **element o przekroju walca (rozkład ciśnienia)**

Średnica: $b = 4,60 \text{ m}$



Swobodny opływ końca elementu: (wariant normowy nr 2)



Smukłość efektywna: $\lambda = 2,09$

Współczynnik swobodnego opływu: $\psi_\lambda = 0,63$

Liczba Reynoldsa:

Lepkość kinematyczna: $\nu = 0,000015 \text{ m}^2/\text{s}$

Wartość szczytowa prędkości wiatru: $v(z_e) = \sqrt{2 \times q_p(z_e) / \rho} = \sqrt{2 \times 0,45 \text{ kN/m}^2 / 1,25 \text{ kg/m}^3} = 26,94 \text{ m/s}$

$Re = b \times v(z_e) / \nu = 4,60 \text{ m} \times 26,94 \text{ m/s} / 0,000015 \text{ m}^2/\text{s} = 8,26 \times 10^6$

Kąty względem kierunku wiatru:

- określający punkt najmniejszego ciśnienia: $\alpha_{min} = 76$

- określający punkt oderwania przepływu: $\alpha_A = 107$

Wartości współczynników ciśnienia:

- w punkcie najmniejszego ciśnienia: $c_{p0,min} = -1,55$

- w punkcie oderwania przepływu: $c_{p0,h} = -0,79$

1.1.1. Kąt 0°

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{p0} = 1,00$ (bez wpływu swobodnego końca)

Współczynnik wpływu swobodnego końca: $\psi_{\lambda\alpha} = 1,00$

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{p0} \times \psi_{\lambda\alpha} = 1,00 \times 1,00 = 1,00$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,00 = 0,45 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times 0,45 \text{ kN/m}^2 = 0,68 \text{ kN/m}^2$

1.1.2. Kąt 10°

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{p0} = 0,82$ (bez wpływu swobodnego końca)

Współczynnik wpływu swobodnego końca: $\psi_{\lambda\alpha} = 1,00$

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{p0} \times \psi_{\lambda\alpha} = 0,82 \times 1,00 = 0,82$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 0,82 = 0,37 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times 0,37 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,56 \text{ kN/m}^2}$

1.1.3. Kąt 20°

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{p0} = 0,49$ (bez wpływu swobodnego końca)

Współczynnik wpływu swobodnego końca: $\psi_{\lambda\alpha} = 1,00$

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{p0} \times \psi_{\lambda\alpha} = 0,49 \times 1,00 = 0,49$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 0,49 = 0,22 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times 0,22 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,33 \text{ kN/m}^2}$

1.1.4. Kąt 30°

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{p0} = 0,05$ (bez wpływu swobodnego końca)

Współczynnik wpływu swobodnego końca: $\psi_{\lambda\alpha} = 1,00$

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{p0} \times \psi_{\lambda\alpha} = 0,05 \times 1,00 = 0,05$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 0,05 = 0,02 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times 0,02 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,03 \text{ kN/m}^2}$

1.1.5. Kąt 40°

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{p0} = -0,43$ (bez wpływu swobodnego końca)

Współczynnik wpływu swobodnego końca: $\psi_{\lambda\alpha} = 1,00$

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{p0} \times \psi_{\lambda\alpha} = -0,43 \times 1,00 = -0,43$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times -0,43 = -0,20 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,20 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{-0,29 \text{ kN/m}^2}$

1.1.6. Kąt 50°

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{p0} = -0,89$ (bez wpływu swobodnego końca)

Współczynnik wpływu swobodnego końca: $\psi_{\lambda\alpha} = 1,00$

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{p0} \times \psi_{\lambda\alpha} = -0,89 \times 1,00 = -0,89$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times -0,89 = -0,40 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,40 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{-0,60 \text{ kN/m}^2}$

1.1.7. Kąt 60°

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{p0} = -1,26$ (bez wpływu swobodnego końca)

Współczynnik wpływu swobodnego końca: $\psi_{\lambda\alpha} = 1,00$

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{p0} \times \psi_{\lambda\alpha} = -1,26 \times 1,00 = -1,26$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times -1,26 = -0,57 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,57 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{-0,86 \text{ kN/m}^2}$

1.1.8. Kąt 70°

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{p0} = -1,50$ (bez wpływu swobodnego końca)

Współczynnik wpływu swobodnego końca: $\psi_{\lambda\alpha} = 1,00$

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{p0} \times \psi_{\lambda\alpha} = -1,50 \times 1,00 = -1,50$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times -1,50 = -0,68 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,68 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{-1,02 \text{ kN/m}^2}$

1.1.9. Kąt 80°

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{p0} = -1,53$ (bez wpływu swobodnego końca)

Współczynnik wpływu swobodnego końca: $\psi_{\lambda\alpha} = \psi_{\lambda} + (1 - \psi_{\lambda}) \times \cos(\pi / 2 \times (80 - \alpha_{\min}) / (\alpha_A - \alpha_{\min})) = 0,63 + (1 - 0,63) \times \cos(\pi / 2 \times (80 - 76) / (107 - 76)) = 0,99$

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{p0} \times \psi_{\lambda\alpha} = -1,53 \times 0,99 = -1,52$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times -1,52 = -0,69 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,69 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{-1,03 \text{ kN/m}^2}$

1.1.10. Kąt 90°

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{p0} = -1,37$ (bez wpływu swobodnego końca)

Współczynnik wpływu swobodnego końca: $\psi_{\lambda\alpha} = \psi_{\lambda} + (1 - \psi_{\lambda}) \times \cos(\pi / 2 \times (90 - \alpha_{\min}) / (\alpha_A - \alpha_{\min})) = 0,63 + (1 - 0,63) \times \cos(\pi / 2 \times (90 - 76) / (107 - 76)) = 0,91$

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{p0} \times \psi_{\lambda\alpha} = -1,37 \times 0,91 = -1,25$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times -1,25 = -0,57 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,57 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{-0,85 \text{ kN/m}^2}$

1.1.11. Kąt 100°

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{p0} = -1,07$ (bez wpływu swobodnego końca)

Współczynnik wpływu swobodnego końca: $\psi_{\lambda\alpha} = \psi_{\lambda} + (1 - \psi_{\lambda}) \times \cos(\pi / 2 \times (100 - \alpha_{\min}) / (\alpha_A - \alpha_{\min})) = 0,63 + (1 - 0,63) \times \cos(\pi / 2 \times (100 - 76) / (107 - 76)) = 0,76$

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{p0} \times \psi_{\lambda\alpha} = -1,07 \times 0,76 = -0,80$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times -0,80 = -0,37 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,37 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{-0,55 \text{ kN/m}^2}$

1.1.12. Kąt 110°

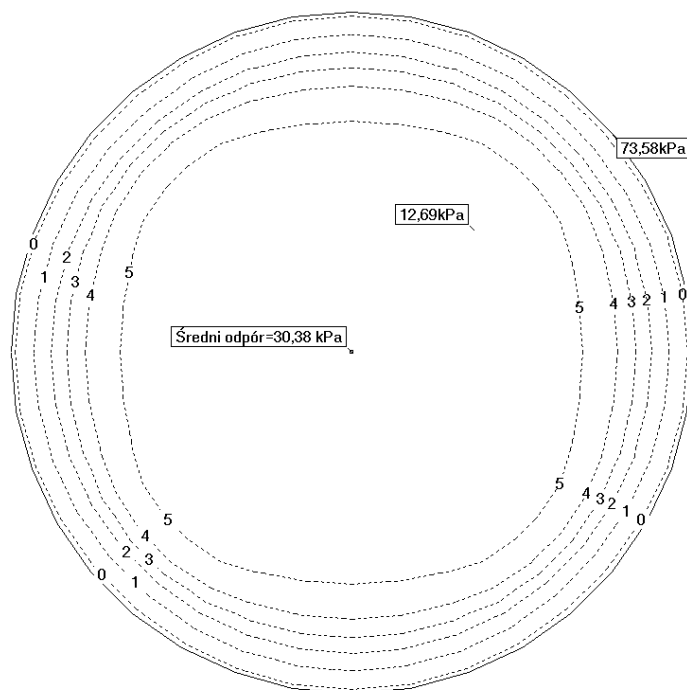
Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{p0} = -0,79$ (bez wpływu swobodnego końca)

Współczynnik wpływu swobodnego końca: $\psi_{\lambda\alpha} = \psi_{\lambda} = 0,63 = 0,63$

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{p0} \times \psi_{\lambda\alpha} = -0,79 \times 0,63 = -0,50$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times -0,50 = -0,23 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,23 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{-0,34 \text{ kN/m}^2}$



kPa
0 (70)
1 (60)
2 (50)
3 (40)
4 (30)
5 (20)

(2021-04-16) Zadanie: zbiornik

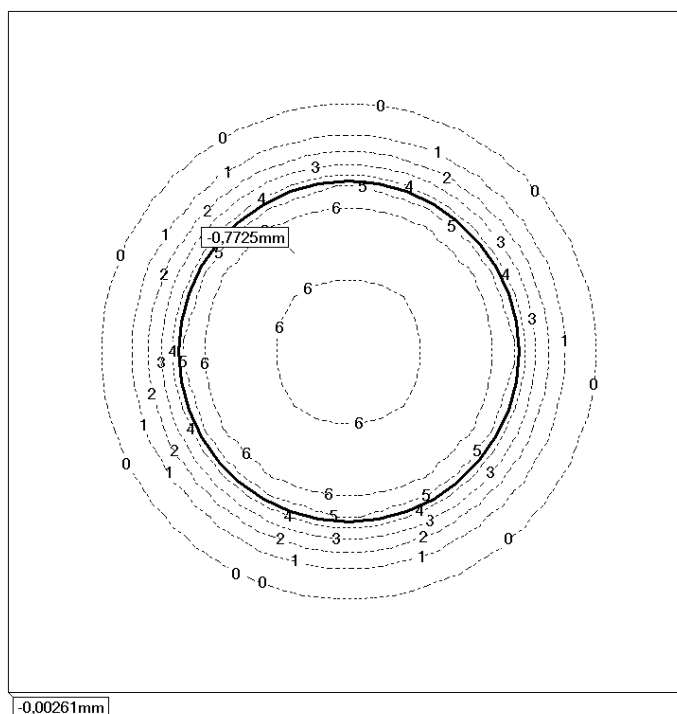
ODPÓR GRUNTU

Firma: Zbigniew CZERWIŃSKI (ABC Płyta)



Osiadania [mm] na głębokości: 0,0 m

Wariant: 1 (x1,35 - Ciężar własny (F))



mm

0 (-0,1)

1 (-0,2)

2 (-0,3)

3 (-0,4)

4 (-0,5)

5 (-0,6)

6 (-0,7)

(2021-04-16) Zadanie: zbiornik

OSIADANIE PŁYTY

Firma: Zbigniew CZERWIŃSKI (ABC Płyta)



Momenty m_X [kNm/m]

Wariant: 3/1 (x1 - Dodatkowy)

