

OBUDOWA WYROBISK GÓRNICZYCH	NORMA BRANŻOWA	
	Połączenia kotwiowe zbrojenia z obudową szybu	
	Zasady projektowania	
	BN-76 0436-01	
		Zamiast BN-73/0436-01
		Grupa katalogowa I 02

1. WSTĘP

Przedmiotem normy są zasady projektowania połączenia kotwiowego wsporników zbrojenia szybu z obudową murową szybów w kopalniach.

2. ZASADY PROJEKTOWANIA

2.1. Dobór elementów połączenia kotwiowego.

Do mocowania wsporników do obudowy szybu należy stosować kotwie wg BN-73/0436-03 lub kotwie wklejane.

2.2. Obliczanie połączenia kotwiowego

2.2.1. Zasady ogólne. Połączenie dźwigara ze wspornikiem śrubami należy traktować jako połączenie przegubowe, które nie przenosi momentów gnących, natomiast przekazuje na wspornik obciążenie dźwigara wynikające z oddziaływania naczyń wydobywczych.

Siła obciążenia osiowego każdej kotwi nie powinna przekraczać wartości siły utwierdzenia kotwi.

W celu uzyskania wymaganego docisku płyty czołowej wspornika do obudowy szybu należy przez dokręcenie nakrętki wywołać naciąg wstępny kotwi N_w .

Wartość trwałego naciągu należy przyjmować $N = 0,8 N_w$.

2.2.2. Siły działające na wspornik. Siły P_x , P_y i P_z (rysunek na str. 2) przekazywane przez dźwigar zbrojenia szybu na wspornik należy przyjmować w kG (kN) na podstawie obliczeń wytrzymałościowych zbrojenia szybowego.

2.2.3. Utwierdzenie wspornika do obudowy

2.2.3.1. Obliczanie naprężeń. Naprężenia maksymalne i minimalne wywołane działaniem sił poziomych i pionowych należy obliczać w kG/cm² (kN/m²) wg wzorów:

$$\sigma_{x \max} = \frac{P_x \cdot \cos \alpha}{A \cdot B} - \frac{P_y \cdot \sin \alpha}{A \cdot B} + \frac{6 \cdot P_x \cdot a}{A^2 \cdot B} - \frac{6 P_y \cdot b}{A^2 \cdot B} \quad (1)$$

$$\sigma_{x \min} = \frac{P_x \cdot \cos \alpha}{A \cdot B} - \frac{P_y \cdot \sin \alpha}{A \cdot B} - \frac{6 \cdot P_x \cdot a}{A^2 \cdot B} + \frac{6 \cdot P_y \cdot b}{A^2 \cdot B} \quad (2)$$

$$\sigma_{z \max} = \frac{6 \cdot P_z \cdot a \cdot \sin \alpha}{A \cdot B^2} \quad (3)$$

$$\sigma_{z \min} = - \frac{6 \cdot P_z \cdot a \cdot \sin \alpha}{A \cdot B^2} \quad (4)$$

w których:

P_x, P_y i P_z — wg 2.2.2,

A — szerokość płyty czołowej wspornika, cm (m),

B — wysokość płyty czołowej wspornika, cm (m),

a — odległość osi połączenia przegubowego od środka geometrycznego płyty czołowej wspornika, cm (m),

b — odległość osi kierunku działania siły P_y od środka geometrycznego płyty czołowej wspornika, cm (m),

α — kąt pomiędzy płytą czołową i ramieniem wspornika, stopnie.

2.2.3.2. Siła obciążająca wspornik w płaszczyźnie czołowej. Siłę obciążającą wspornik P należy obliczać w kG (kN) wg wzoru

$$P = \sqrt{P_z^2 + (P_x \cdot \sin \alpha + P_y \cdot \cos \alpha)^2} \quad (5)$$

w którym:

P_z, P_x, P_y — wg 2.2.2,

α — wg 2.2.3.1.

2.2.3.3. Siła trwałego naciągu kotwi. Siłę trwałego naciągu kotwi N należy obliczać w kG (kN) wg wzoru

$$N \geq \frac{1,2 \cdot P - \mu(P_x \cdot \cos \alpha - P_y \cdot \sin \alpha)}{\mu \cdot i} \quad (6)$$

w którym:

μ — współczynnik tarcia stali o obudowę murową szybu z cegły lub betonu; do obliczeń należy przyjmować $\mu = 0,5$,

i — liczba kotwi mocujących wspornik do obudowy,

P — wg wzoru (5),

α — wg 2.2.3.1,

P_y, P_x — wg 2.2.2.

Zgłoszona przez Główne Biuro Studiów i Projektów Górniczych
Ustanowiona przez Ministra Górnictwa dnia 13 października 1976 r. jako norma obowiązująca w zakresie opracowywania dokumentacji technicznej od dnia 1 lipca 1977 r. (Dz. Norm. i Miar nr 27/1976 poz. 113)

2.2.3.4. Siła wyrywająca kotew. Siłę wyrywającą kotew Z należy obliczać w kG (kN) wg wzoru

$$Z = Z_1 + Z_2 \quad (7)$$

w którym:

Z_1 — siła wyrywająca kotew, pochodząca od sił poziomych, obliczona w kG (kN) wg wzoru

$$Z_1 = \frac{P_x \cdot a - P_y \cdot b + \left(\frac{A}{2} - \frac{X}{3} \right) \cdot (P_y \cdot \sin \alpha - P_x \cdot \cos \alpha)}{m \cdot y}$$

Z_2 — siła wyrywająca kotew, pochodząca od sił pionowych, obliczona w kG (kN) wg wzoru

$$Z_2 = \frac{P_z \cdot a \cdot \sin \alpha}{m \cdot y_1}$$

gdzie:

$$X = \frac{A \cdot \sigma_{x \max}}{\sigma_{x \max} + \sigma_{x \min}}, \text{ cm,}$$

$$y = A - e - \frac{X}{3}, \text{ cm,}$$

$$y_1 = \frac{5}{6} \cdot B - e_1, \text{ cm,}$$

P_x, P_y, P_z — wg 2.2.2,

a, b — wg 2.2.3.1,

α — wg 2.2.3.1,

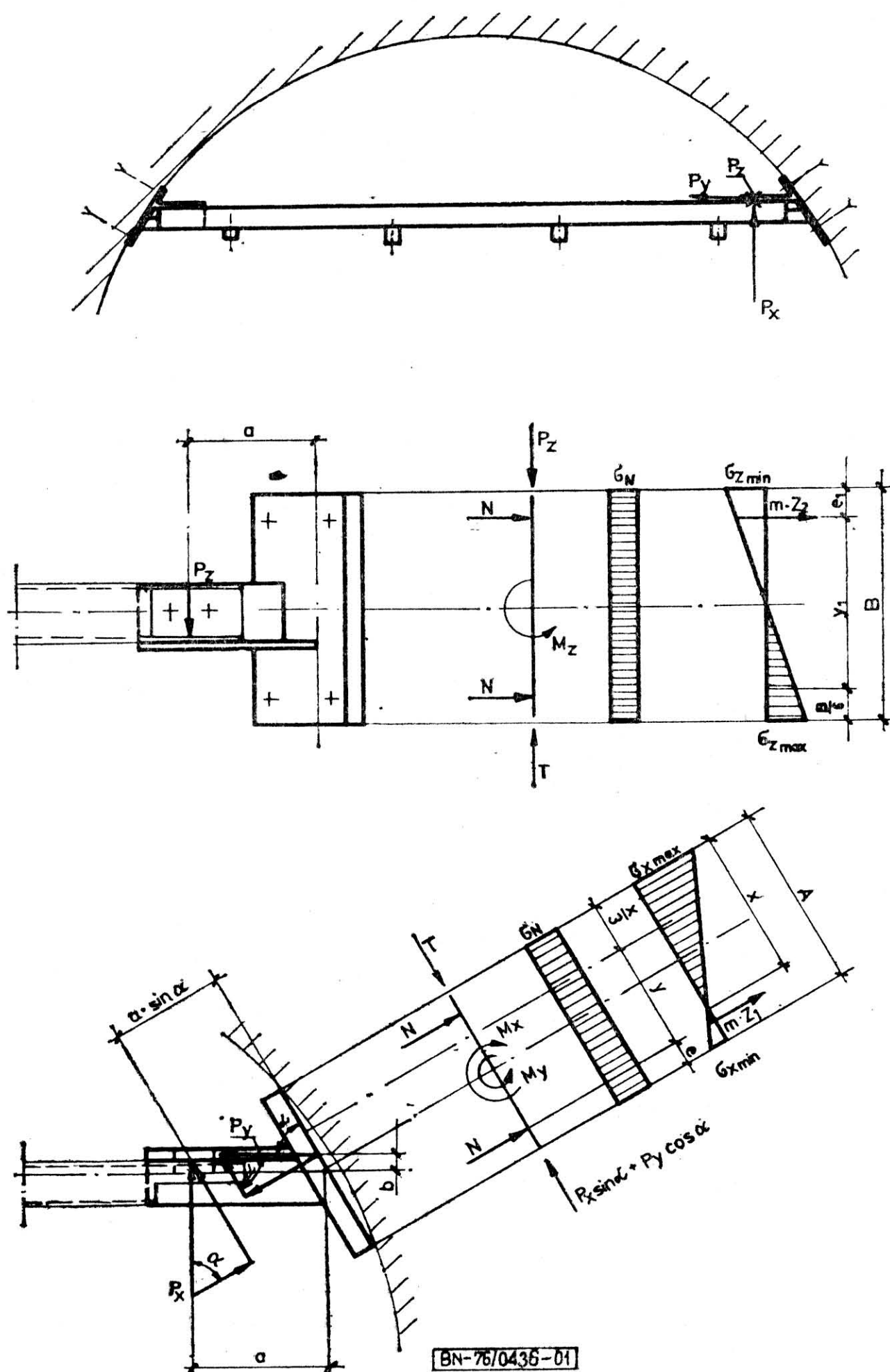
e, e_1 — wg rysunku, cm,

$\sigma_{x \max}$ — wg wzoru (1),

$\sigma_{x \min}$ — wg wzoru (2),

m — liczba kotwi w strefie rozciąganej,

A, B — wg 2.2.3.1.



Schemat obciążenia wspornika

2.2.3.5. Obliczeniowa siła utwierdzenia kotwi.

Obliczeniową siłę utwierdzenia kotwi P_{uo} należy obliczać w kG (kN) wg wzoru

$$P_{uo} = Z + N \quad (8)$$

w którym:

Z — wg wzoru (7),

N — wg wzoru (6).

2.2.3.6. Naprężenie rzeczywiste dociskające wspornik do obudowy σ_{rz} należy obliczać w kG/cm² (kN/m²) wg wzoru

$$\sigma_{rz} = \frac{i \cdot N}{A \cdot B} + \frac{P_x \cdot \cos \alpha}{A \cdot B} + \frac{P_y \cdot \sin \alpha}{A \cdot B} + \frac{6 \cdot P_x \cdot a}{A^2 \cdot B} + \frac{6 \cdot P_y \cdot b}{A^2 \cdot B} + \frac{6 P_z \cdot a \cdot \sin \alpha}{A \cdot B^2} \quad (9)$$

i sprawdzać wg wzoru

$$\sigma_{rz} \leq \sigma_{dop} \quad (10)$$

w którym:

P_x, P_y, P_z — wg 2.2.2,

N — wg wzoru (6),

A, B, a, b, α — wg 2.2.3.1,

i — wg 2.2.3.3,

σ_{dop} — naprężenie dopuszczalne obliczone w kG/cm² (kN/m²) wg wzoru

$$\sigma_{dop} = \frac{R_c}{s}$$

$s = 3$ — wg PN/B-03250,

R_c — wg tabl. 1.

Tablica 1

Marka betonu R_w	50	70	90	110	140	170	200	250	300	400
Ściskanie R_c kG/cm ²	50	70	90	110	135	155	180	220	250	325

Dla obudowy szybu innej niż z betonu wartości naprężeń dopuszczalnych na ściskanie i siły utwierdzenia należy ustalać indywidualnie.

2.2.4. Naprężenie rozrywające kotew σ_r należy obliczać w kG/cm² (kN/m²) wg wzoru

$$\sigma_r = \frac{N + Z}{F_{min}} \quad (11)$$

w którym:

N — wg wzoru (6),

Z — wg wzoru (7),

F_{min} — najmniejszy rozrywany przekrój kotwi, cm².

2.2.5. Sprawdzenie współczynnika bezpieczeństwa kotwi wg wzoru

$$\frac{R_r}{\sigma_r} \geq n \quad (12)$$

w którym:

R_r — doraźna wytrzymałość materiału kotwi na rozciąganie, kG/cm² (kN/m²) — wg PN-72/H-84020,

σ_r — wg wzoru (11),

n — współczynnik bezpieczeństwa; $n \geq 2,8$ dla ciągnięcia urobku, $n \geq 4$ dla jazdy ludzi.

2.2.6. Rzeczywista siła utwierdzenia kotwi. Rzeczywistą siłę utwierdzenia kotwi klinowej na spoiwie cementowym P_{ur} należy przyjmować wg tabl. 2, kotwi rozprężnej wg tabl. 3.

Tablica 2

Marka betonu	170	200	250	300
P_{ur} , kG (kN)	11.200	11.800	13.900	15.900

Tablica 3

Marka betonu	170	200	250	300
P_{ur} , kG (kN)	18.500	21.500	26.450	30.000

Dla kotwi wklejanej o długości nie mniejszej niż 320 mm rzeczywistą wartość siły utwierdzenia należy przyjmować $P_{ur} = 20\,000$ kG (kN), przy czym powinny być spełnione następujące warunki zabudowy kotwi wklejanej:

— wiązanie zaprawy polimerowej powinno odbywać się w temperaturze dodatniej,

— kotew może być obciążona po upływie 30 min od zakończenia jej zabudowy.

2.2.7. Sprawdzenie warunku utwierdzenia kotwi. Warunkiem utwierdzenia kotwi powinna być spełniona nierówność

$$P_{uo} \leq 0,5 P_{ur} \quad (13)$$

2.2.8. Wymiary otworu na kotew. Długość otworu na kotew mocowaną w obudowie w szwach zawodnionych nie powinna przekraczać $\frac{2}{3}$ grubości obudowy.

KONIEC

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Główne Biuro Studiów i Projektów Górniczych.

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-73/0436-01

- a) w obliczeniach uwzględniono działanie siły odrywającej współnik od obudowy,
b) zaktualizowano normy związane.

3. Normy związane

PN/B-03250 Konstrukcje betonowe. Obliczenia statyczne i projektowanie

PN-72/H-84020 Stal węglowa konstrukcyjna zwykłej jakości ogólnego przeznaczenia. Gatunki

BN-73/0436-03 Połączenia kotwione zbrojenia z obudową szybu. Kotwie. Wymagania i badania

4. Autor projektu normy — mgr inż. Jan Skupin — Główne Biuro Studiów i Projektów Górniczych — Oddział Projektowania i Typizacji.

5. Przykład obliczeniowy mocowania wsporników do obudowy dla zbrojenia szybu ϕ 7,5 m przy ciągnięciu łożyska skrzepem o pojemności 20 T.

5.1. Dane do obliczeń

$$\begin{aligned} P_x &= 4220 \text{ kG} & A &= 300 \text{ mm} \\ P_y &= 2110 \text{ kG} & B &= 370 \text{ mm} \\ P_z &= 1020 \text{ kG} & i &= 4 \\ a &= 200 \text{ mm} & m &= 2 \\ b &= 45 \text{ mm} & R_c &= 135 \text{ kG/cm}^2 \text{ dla betonu } R_w = 140 \\ \alpha &= 58^\circ & R_r &= 3800 \text{ kG/cm}^2 \text{ wg PN-72/H-84020} \\ & & \mu &= 0,5 \end{aligned}$$

5.2. Obliczanie naprężeń

$$\begin{aligned} \sigma_{x \max} &= \frac{P_x \cdot \cos \alpha}{A \cdot B} - \frac{P_y \cdot \sin \alpha}{A \cdot B} + \frac{6 P_x \cdot a}{A^2 \cdot B} - \frac{6 P_y \cdot b}{A^2 \cdot B} = \\ &= \frac{4220 \cdot 0,529}{30 \cdot 37} - \frac{2110 \cdot 0,848}{30 \cdot 37} + \frac{6 \cdot 4220 \cdot 20}{30^2 \cdot 37} - \frac{6 \cdot 2110 \cdot 4,5}{30^2 \cdot 37} = \\ &= 2 - 1,61 + 15,2 - 1,71 = 13,88 \text{ kG/cm}^2 \\ \sigma_{x \min} &= \frac{P_x \cdot \cos \alpha}{A \cdot B} - \frac{P_y \cdot \sin \alpha}{A \cdot B} - \frac{6 P_x \cdot a}{A^2 \cdot B} + \frac{6 P_y \cdot b}{A^2 \cdot B} = \\ &= \frac{4220 \cdot 0,529}{30 \cdot 37} - \frac{2110 \cdot 0,848}{30 \cdot 37} - \frac{6 \cdot 4220 \cdot 20}{30^2 \cdot 37} + \frac{6 \cdot 2110 \cdot 4,5}{30^2 \cdot 37} = \\ &= 2 - 1,61 - 15,2 + 1,71 = -13,43 \text{ kG/cm}^2 \end{aligned}$$

5.3. Siła obciążająca wspornik

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{P_z^2 + (P_x \cdot \sin \alpha + P_y \cdot \cos \alpha)^2} \\ P &= \sqrt{1020^2 + (4220 \cdot 0,848 + 2110 \cdot 0,529)^2} \\ P &= 4820 \text{ kG} \end{aligned}$$

5.4. Siła trwałego naciągu kotwi

$$\begin{aligned} N &\geq \frac{1,2 \cdot P - \mu(P_x \cdot \cos \alpha - P_y \cdot \sin \alpha)}{\mu \cdot i} \\ N &= \frac{1,2 \cdot 4820 - 0,5(4220 \cdot 0,529 - 2110 \cdot 0,848)}{0,5 \cdot 4} \\ N &= 2780 \text{ kG} \end{aligned}$$

5.5. Siła wrywająca kotew

$$\begin{aligned} Z &= Z_1 + Z_2 \\ Z_1 &= \frac{P_x \cdot a - P_y \cdot b + \left(\frac{A}{2} - \frac{X}{3}\right) \cdot (P_y \cdot \sin \alpha - P_x \cdot \cos \alpha)}{m \cdot y} \end{aligned}$$

$$Z_2 = \frac{P_z \cdot a \cdot \sin \alpha}{m \cdot y_1}$$

$$X = \frac{A \cdot \sigma_{x \max}}{\sigma_{x \max} + \sigma_{x \min}}$$

$$X = \frac{30 \cdot 13,88}{13,88 + 13,43} = 15,3 \text{ cm}$$

$$Z_1 = \frac{4220 \cdot 20 - 2110 \cdot 4,5 + \left(\frac{30}{2} - \frac{15,3}{3}\right) \cdot (2110 \cdot 0,848 - 4220 \cdot 0,529)}{2 \left(30 - 4 - \frac{15,3}{3}\right)}$$

$$Z_1 = \frac{84300 - 9495 - 4325}{2 \cdot 20,9} = 1680 \text{ kG}$$

$$Z_2 = \frac{1020 \cdot 20 \cdot 0,848}{2 \cdot \left(\frac{5}{6} \cdot 37 - 4,5\right)} = \frac{1020 \cdot 20 \cdot 0,848}{26,3} = 665 \text{ kG}$$

$$Z = 1680 + 665 = 2345 \text{ kG}$$

5.6. Obliczeniowa siła utwierdzenia kotwi

$$P_{uo} = Z + N = 2345 + 2780 = 5125 \text{ kG}$$

Przyjęto kotew M 30 na zaprawie betonowej o rzeczywistej sile utwierdzenia $P_{ur} = 13900 \text{ kG}$

$$\begin{aligned} P_{uo} &\leq 0,5 \cdot P_{ur} \\ 5125 &< 0,5 \cdot 13.900 \\ 5125 &< 6950 \end{aligned}$$

5.7. Naprężenie rzeczywiste dociskające wspornik do obudowy

$$\begin{aligned} \sigma_{rz} &= \frac{i \cdot N}{A \cdot B} + \frac{P_x \cos \alpha}{A \cdot B} + \frac{P_y \sin \alpha}{A \cdot B} + \frac{6 P_x \cdot a}{A^2 \cdot B} + \frac{6 P_y \cdot b}{A^2 \cdot B} + \\ &+ \frac{6 P_z \cdot a \cdot \sin \alpha}{A \cdot B^2} = \frac{4 \cdot 2780}{30 \cdot 37} + \frac{4220 \cdot 0,529}{30 \cdot 37} + \frac{2110 \cdot 0,848}{30 \cdot 37} + \\ &+ \frac{6 \cdot 4220 \cdot 20}{30^2 \cdot 37} + \frac{6 \cdot 2110 \cdot 4,5}{30^2 \cdot 37} + \frac{6 \cdot 1020 \cdot 20 \cdot 0,848}{30 \cdot 37^2} \\ \sigma_{rz} &= 10,0 + 2 + 1,61 + 15,2 + 1,71 + 2,43 = 32,95 \text{ kG/cm}^2 \end{aligned}$$

5.8. Naprężenie dopuszczalne

$$\begin{aligned} \sigma_{dop} &= \frac{R_c}{s} \\ \sigma_{dop} &= \frac{135}{3} = 45 \text{ kG/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_{rz} < \sigma_{dop};$$

$$32,95 \text{ kG/cm}^2 < 45 \text{ kG/cm}^2$$

5.9. Naprężenie rozrywające kotew M30

$$\sigma_r = \frac{N + Z}{F_{\min}} = \frac{2780 + 2345}{5,087} = 1015 \text{ kG/cm}^2$$

5.10. Sprawdzenie współczynnika bezpieczeństwa

$$\begin{aligned} \frac{R_r}{\sigma_r} &\geq n \\ \frac{3800}{1015} &= 3,75 > 2,3 \end{aligned}$$