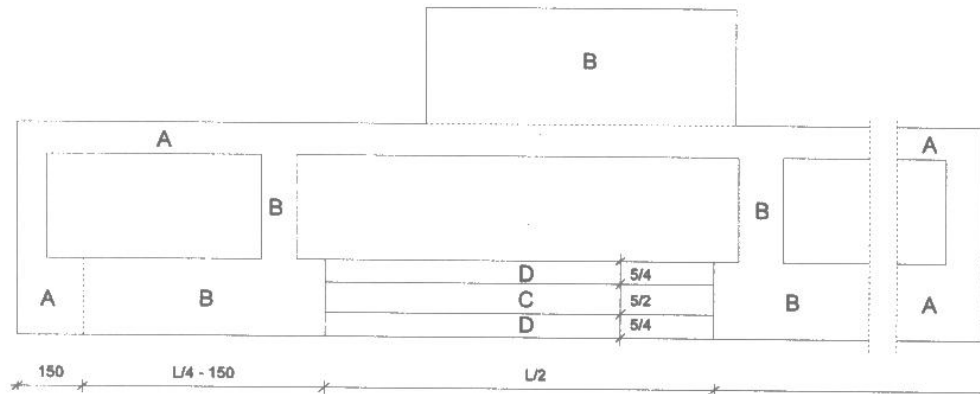


10. PROJEKT KONSTRUKCJI JEZDNI LOTNISKOWEJ

10.1. Obliczenia metodą Westergarda

10.1.1. Ustalenie klasy obciążenia



Klasa obciążenia	k_d			n	m	k_b
	Przy ciśnieniu w oponach [MPa]					
	$\leq 1,0$	1,0 – 1,5	$\geq 1,5$			
A	1,2	1,25	1,3	1,0	0,8	0,7
B	1,1	1,15	1,2	1,0	0,9	0,7
C	1,1	1,1	1,1	0,85	0,9	0,7
D	1,1	1,1	1,1	0,85	1,1	0,7

10.1.2. Schemat konstrukcji jezdni

Numer warstwy	Opis	Dane	Do obliczenia
3	Płyta betonowa	(patrz dalej)	h_3 [cm]
2	Podbudowa (2)	A_2, k_2 [MPa/cm]	h_2 [cm]
1	Podbudowa (1)	A_1, k_1 [MPa/cm]	h_1 [cm]
0	Grunt	k_0 [MPa/cm]	--

10.1.3. Dane materiałowe

Parametr A w podbudowach = 150 (żwiry i pospółki), 100 (żwiry doziarnione kruszywem łamanym), 80 (stabilizacja bitumem), 50 (wibrowany tłuczeń), 35 (stabilizacja cementem).

Klasa betonu	B 40	B 50	B 60
Normowa wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu, R_{rz}^n [MPa]	5,0	5,5	5,8
Moduł sprężystości, E_b [MPa]	35000	38000	41000

Naprężenia dopuszczalne:

$$\sigma_r^{\text{dop}} = R_{rz}^n \cdot m \cdot k_b$$

10.1.4. Obliczenie grubości warstw podbudowy

$$h_1 = A_1 \cdot \log\left(\frac{k_1}{k_0}\right)$$

$$h_2 = A_2 \cdot \log\left(\frac{k_2}{k_1}\right)$$

10.1.5. Obliczenie obciążenia od kół samolotu

Krok 1: Ustalenie obciążenia przypadającego na koło samolotu, P_K

Obciążenie P_K zależy od rozkładu masy startowej samolotu, Q_S na poszczególne golenie oraz od ilości kół w goleni. Liczba i układ kół w podwoziu samolotu zależy od jego typu. Zostanie to szczegółowo podane na wykładzie. Q_S należy wstawić w [kN].

$$Q_S \rightarrow P_G \rightarrow P_K$$

Krok 2: Obliczenie obciążenia równoważnego, P_R

$$P_R = \frac{P_K}{\alpha} \text{ [kN]}$$

α jest współczynnikiem wyrażającym stosunek P_K do P_R i zależnym od: typu goleni, wymiarów wózka (S, S_T), powierzchni styku koła z nawierzchnią (A_O) oraz od promienia względnej sztywności płyty (l). α do odczytania z wykresów.

$$A_O = \frac{10 \cdot P_K}{p_O \cdot 1,1} \text{ [cm}^2\text{]}, \quad l = \sqrt[4]{\frac{E_b \cdot h_3^3}{12 \cdot (1 - \nu^2) \cdot k_2}} \text{ [cm]}$$

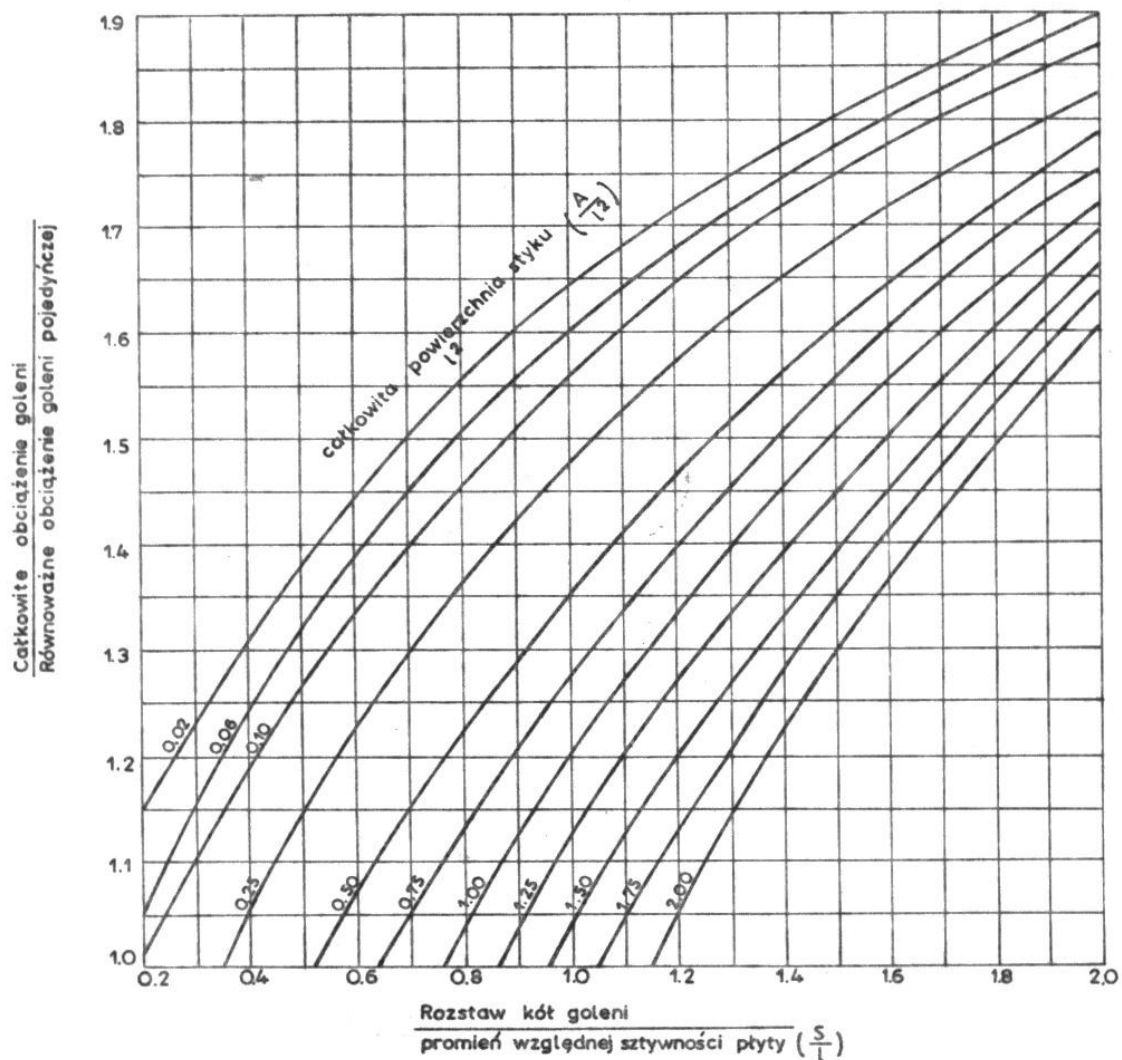
Grubość płyty h_3 należy dobrać wstępnie, a po sprawdzeniu naprężeń można ją skorygować.

Krok 3: Obliczenie powierzchni i wymiarów obciążenia równoważnego, A_R, a, b

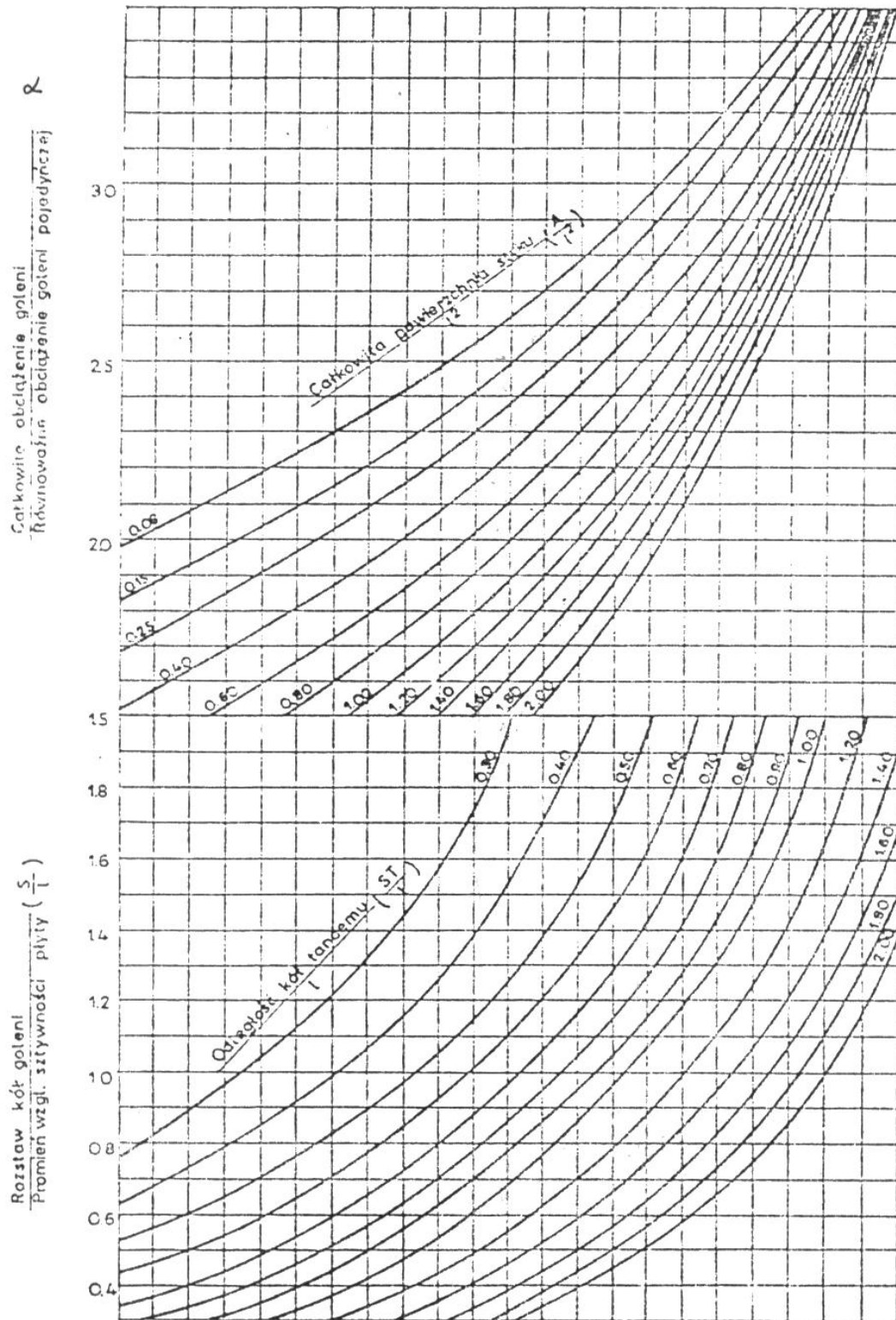
$$A_R = \frac{10 \cdot P_R}{p_O \cdot 1,1} \text{ [cm}^2\text{]}, \quad a = \sqrt{\frac{5 \cdot A_R}{3 \cdot \pi}} \text{ [cm]}, \quad b = \sqrt{\frac{3 \cdot A_R}{5 \cdot \pi}} \text{ [cm]}$$

Krok 4: Obliczenie obciążenia maksymalnego na koło, P

$$P = P_R \cdot n \cdot k_d \text{ [kN]}$$



Wykres dla wyznaczenia równoważnego obciążenia goleni z kątem pojedynczym (pojedynczej) – nawierzchnia sztywna, goleni dwukątowa (podwójna)



Wykres dla wyznaczenia równoważnego obciążenia goleni z kątem pojedynczym (pojedyncze) nawierzchnia sztywna, goleni podwójny tandem.

10.1.6. Sprawdzenie naprężeń

Środek płyty:

$$\sigma_s = \frac{10 \cdot P}{h_3^2} \cdot \left[0,275 \cdot (1+\nu) \cdot \log \frac{E_b \cdot h_3^3}{k_2 \cdot \left(\frac{a+b}{2}\right)^4} + 0,239 \cdot (1-\nu) \cdot \frac{a-b}{a+b} \right] \text{ [MPa]}$$

Krawędź płyty:

$$\sigma_k = \frac{2,2(1+\nu) \cdot 10P}{(3+\nu) \cdot h_3^2} \cdot \log \frac{E_b \cdot h_3^3}{100k_2 \cdot \left(\frac{a+b}{2}\right)^4} + \frac{3(1+\nu) \cdot 10P}{\pi \cdot (3+\nu) \cdot h_3^2} \left[1,84 - \frac{4}{3}\nu + (1+\nu) \cdot \frac{a-b}{a+b} + 2(1-\nu) \cdot \frac{ab}{(a+b)^2} + 1,18(1+2\nu) \cdot \frac{b}{l} \right]$$

Naroże płyty:

$$\sigma_R = 4,2 \cdot \frac{10 \cdot P}{h_3^2} \cdot \left[1 - \frac{\sqrt{\frac{a}{l}}}{0,925 + 0,22 \frac{a}{l}} \right] \text{ [MPa]}$$

Warunki:

$$\sigma_{S,R} \leq \sigma_r^{dop}$$

$$\sigma_K \leq 1,2 \cdot \sigma_r^{dop} \quad (\text{gd}y \text{ s} \grave{a} \text{ d}yble)$$

10.2. Obliczenia metodą Picketta i Raya

10.2.1. Ustalenie śladu kół na wykresach powierzchni wpływu momentu

Krok 1: Obliczyć współczynnik przeliczeniowy: $s = \frac{l^w}{l} = \frac{20[cm]}{l}$

Krok 2: Sprowadzić wymiary śladu koła (S, S_T, a_0, b_0) do skali wykresu, np.: $S^w = s \cdot S$
UWAGA: a_0, b_0 obliczyć na podstawie powierzchni rzeczywistej A_0 .

Krok 3: Nanieść ślad kół na wykres powierzchni wpływu momentu (zakrywając jak najwięcej pól)

Krok 4: Odczytać liczbę zakrytych pól wykresu $\rightarrow N$

10.2.2. Obliczenie Momentów zginających $M = \frac{1,1 \cdot p_0 \cdot l^2 \cdot N}{10^5} \text{ [kNm]}$

10.2.3. Sprawdzenie stanu granicznego: $k_d \cdot n \cdot M \leq m \cdot k_b \cdot R_{rz}^n \cdot w$, $w = \frac{h_3^2}{6} \text{ [m}^3\text{]}$

10.2.4. Sprawdzenie naprężeń:
$$\sigma = \frac{M \cdot k_d \cdot n}{w} \quad [\text{MPa}]$$

10.2.5. Przykład umieszczenia śladu koła na wykresie powierzchni wpływu momentu

