

FUNDAMENTY

FUNDAMENT – najniższa część obiektu budowlanego przekazująca obciążenia i odkształcenia jego konstrukcji w sposób bezpieczny na podłoże gruntowe i równocześnie odkształcenia podłoża na konstrukcję.

SPOSÓB i WARUNKI POSADOWIENIA zależą od:

- Rodzaju konstrukcji,
- Wartości dopuszczalnych osiadań,
- Wartości i sposobu przekazywania obciążeń stałych i zmiennych długo- oraz krótkotrwałych,
- Układu geometrycznego oraz sposobu użytkowania części podziemnej budowli,
- Rozmieszczenia instalacji wewnętrznych,
- Poziomu oraz obszaru występowania wody gruntowej oraz stopnia jej agresywności,
- Geotechnicznych parametrów podłoża gruntowego

SPOSÓB POSADOWIENIA

- posadowienie bezpośrednie – obc. od budowli przenosi się na podłoże bezpośrednio przez podstawę fundamentu:
 - na podłożu naturalnym,
 - pos. na podłożu sztucznym (wymiana gruntu),
 - na podłożu wzmocnionym (zagęszczenie, zastrzyki cementowe, geowłókniny),

- posadowienie pośrednie - obc. od budowli przenosi się na podłoże za pośrednictwem dodatkowych elementów konstrukcyjnych, na których opiera się podstawa fundamentu (grunty nośne poniżej projektowanego poziomu posadowienia):
 - na palach,
 - na studniach,
 - na kesonach,
 - na ścianach szczelinowych,
 - na ściankach szczelnych.

POSADOWIENIE BEZPOŚREDNIE

PN-81/B-03020 Grunty budowlane, Posadowienie bezpośrednie budowli,
Obliczenia statyczne i projektowanie

SGN

- sprawdza się dla wszystkich przypadków posadowienia

$$Q_r \leq m \times Q_f$$

Q_r – obliczeniowe obc. działające na fundament [kN/m²]

m – wsp. korekcyjny – zależy od metody obl. Q_f

(przy wyznaczaniu parametrów gruntu metodą B lub C należy zmniejszyć m o 10%)

$$m = 0.9 \times 0.9 = 0.81$$

Q_f – obliczeniowy opór graniczny podłoża gruntowego [kN/m²]

SGU

nie trzeba sprawdzać SGU gdy:

- ...

- budynki mieszkalne i powszechnego użytku o wysokości do 11 kondygnacji włącznie i o siatce słupów nie przekraczającej 6.0x6.0 m lub rozstawie ścian nośnych nie większym niż 6.0 m, pod warunkiem że:

a) obc. poszczególnych części budowli nie jest zróżnicowane,

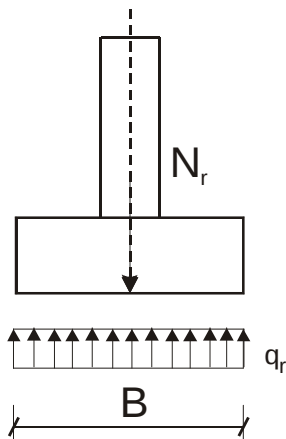
b) nie przewiduje się dodatkowego obc. obok rozpatrywanej budowli,

c) nie stawia się specjalnych wymagań (np.. eksploatacyjnych), ograniczających wartość dopuszczalnych przemieszczeń,

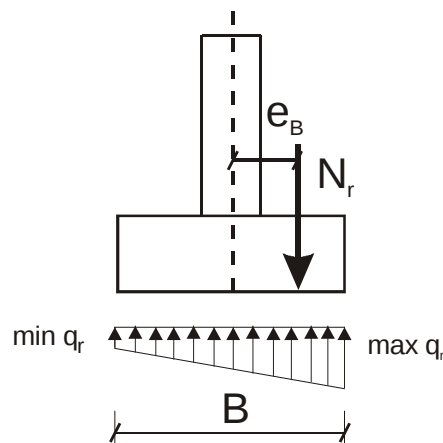
- ...

PRZYPADKI OBCIĄŻENIA

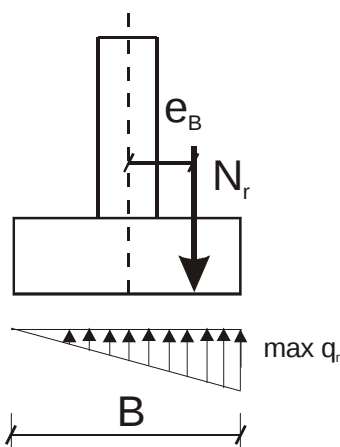
a) $e_B = 0.0 \text{ m}$



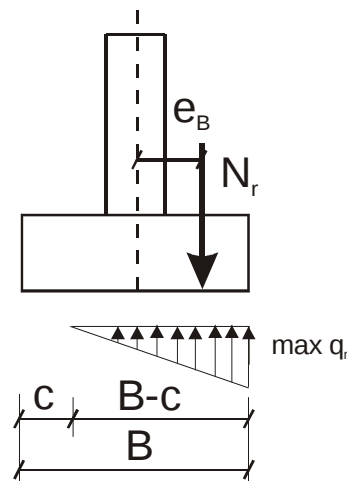
b) $e_B < B/6$



c) $e_B = B/6$



d) $e_B > B/6$



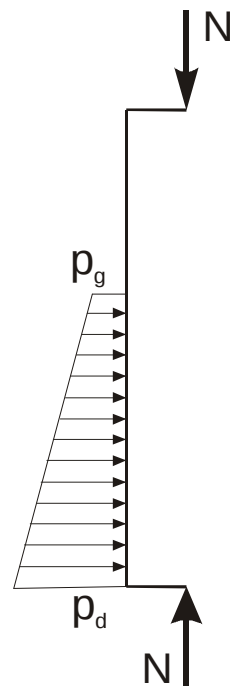
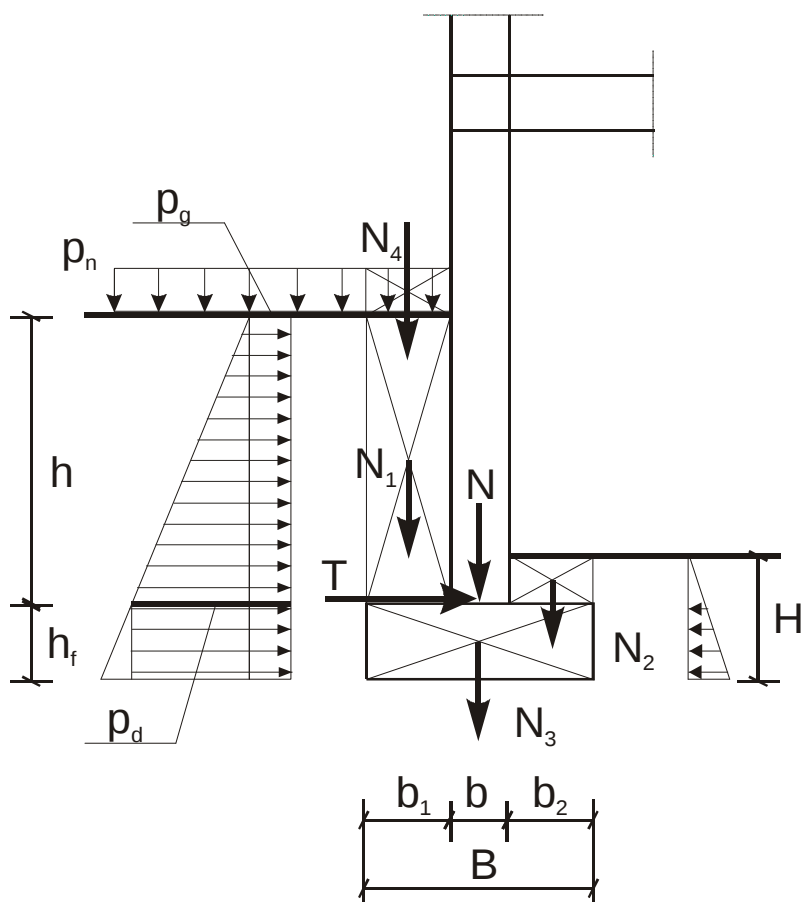
UWAGI

- nie uwzględnia się sił rozciągających między podłożem gruntowym i podstawą,
- wypadkowa pionowa sił obliczeniowego obc. stałego i zmiennego długotrwałego nie powinna wychodzić poza rdzeń podstawy fundamentu,
- przy uwzględnieniu wszystkich obciążeń obliczeniowych, dopuszcza się powstanie szczeliny między podłożem gruntowym a podst. fundamentu, przy czym $c \leq B/4$

Przy obliczaniu N_r uwzględnia się ciężar fundamentu i spoczywającego na nim gruntu (nośność podłoża).

Przy wymiarowaniu elementów fundamentu nie uwzględniamy ciężaru fundamentu i spoczywającego na nim gruntu (zginanie ławy – poszczególne składowe znoszą się wzajemnie)

FUNDAMENT W ŚCIANIE ZEWNĘTRZNEJ



DANE

$$Q_f = 190 \text{ kPa}$$

$$\gamma_g = 18.3 \text{ kN/m}^3$$

$$p_n = 1.8 \text{ kN/m}^2$$

$$b_1, b_2 > 5 \text{ cm}$$

SKŁADOWE OBCIĄŻENIA

N_{2d} – siła pionowa (obliczona w trakcie wykonywania obliczeń ściany piwnicy)

N_1 – ciężar gruntu

$$b_f = 1.0 \text{ m}$$

$$N_1 = \gamma_g \times 1.0 \text{ m} \times F_1 \times \gamma_{f1} = 18.3 \times 1.0 \times F_1 \times 1.2$$

N_2 – ciężar posadzki

$$N_2 = \gamma_{\text{pos}} \times 1.0 \text{ m} \times F_2 \times \gamma_{f2} = \gamma_{\text{pos}} \times 1.0 \times F_2 \times 1.2$$

γ_{pos} – średni ciężar warstw posadzki

N_3 – ciężar ławy fundamentowej

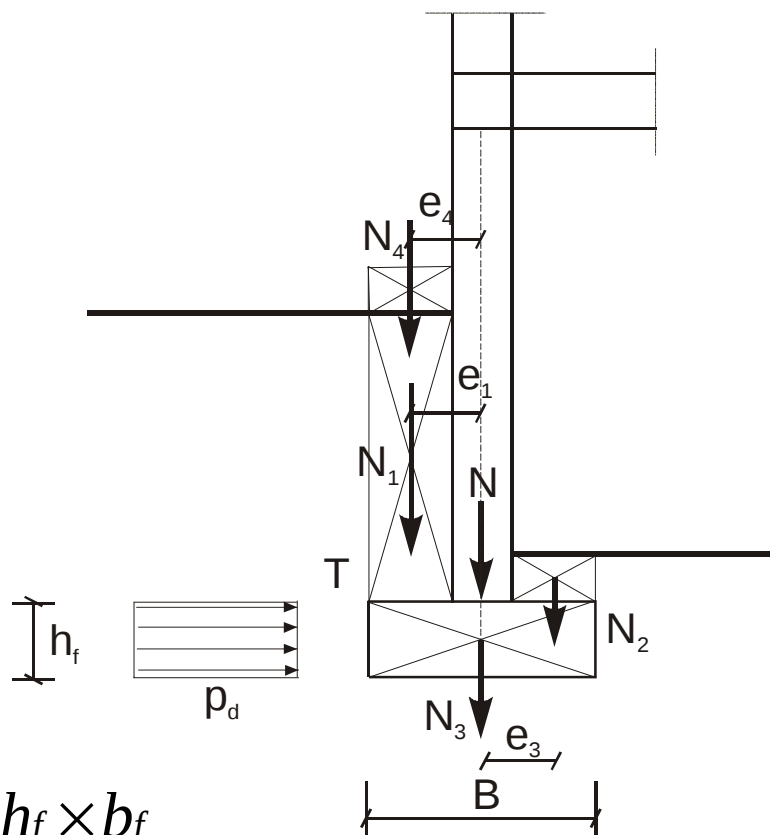
$$N_3 = \gamma_{\text{żelb}} \times 1.0 \text{ m} \times F_3 \times \gamma_f = 25.0 \times 1.0 \times F_3 \times 1.1$$

N_4 – obciążenie naziomu (wg PN-82/B-02004 – np. samochód osobowy 1.8 kN/m^2)

$$N_4 = p_n \times 1.0 \text{ m} \times b_1 \times \gamma_f = 1.8 \times 1.0 \times b_1 \times 1.3$$

T – składowa pozioma (R_a – reakcja obliczona w trakcie wykonywania obliczeń ściany piwnicy)

MIMOŚRODY SIŁ WZGLĘDEM ŚRODKA PODSTAWY FUNDAMENTU



$$H = p_d \times h_f \times b_f$$

SPROWADZAMY WSZYSTKIE SIŁY DO ŚRODKA PODSTAWY

$$M_r = N_{2d} \times e_n (= 0) + N_1 \times e_1 - N_2 \times e_2 (= 0) + N_3 \times e_3 + N_4 \times e_4 (= e_1) - T \times h_f - H \times h_f / 2$$

$$N_r = N + N_1 + N_2 + N_3 + N_4$$

$$e_B = M_r / N_r - \text{mimośród działania wypadkowej}$$

WSTĘPNE OSZACOWANIE SZEROKOŚCI ŁAWY

$$Q_r = \frac{N_r}{B \times L} \leq m \times Q_f \quad \Rightarrow \quad B \geq \frac{N_r}{m \times Q_f \times b_f}$$

$\searrow$
 $L = b_f$

NAPRĘŻENIA POD PODSTAWĄ FUNDAMENTU

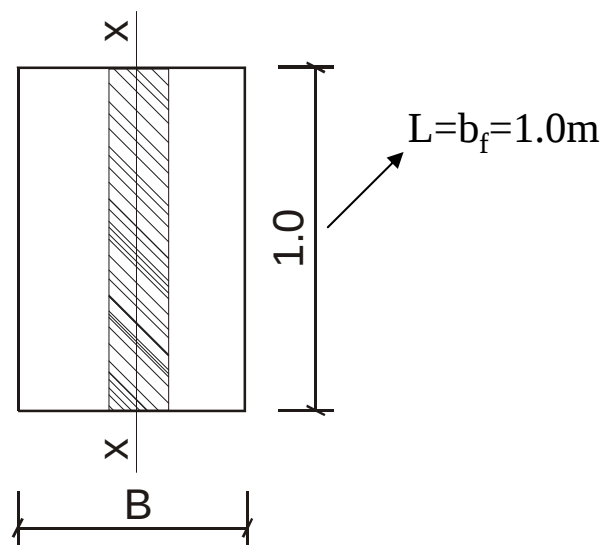
$A = B \times 1.0 \text{ m}$ - pole powierzchni rzutu ławy

$W = \frac{1.0 \times B^2}{6}$ - wskaźnik wytrzymałości

$$q_{\min} = \frac{N_r}{A} - \frac{M_r}{W}$$

$$q_{\max} = \frac{N_r}{A} + \frac{M_r}{W}$$

$$q_{\text{śr}} = \frac{q_{\min} + q_{\max}}{2}$$



WARUNKI NOŚNOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO

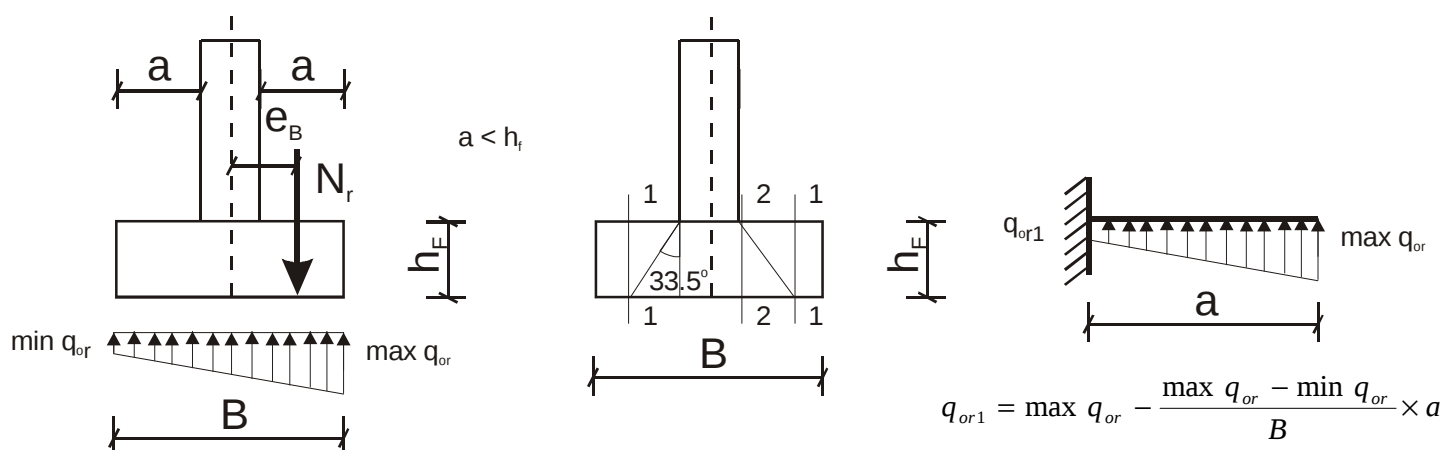
1) $q_{\min} \geq 0$

2) $q_{\max} \leq 1.2 \times m \times Q_f$

3) $q_{\text{śr}} \leq m \times Q_f$

4) $\frac{q_{\max}}{q_{\min}} \leq 2 - 4$ - dotyczy kominów

ŁAWY BETONOWE



ZGINANIE

Nośność na zginanie sprawdzamy w przekroju 2-2 (szukamy takiej wysokości ławy h_f przy której naprężenia w betonie będą mniejsze niż wielkość $0.7 \times f_{ctm}/1.8$)

B - określone z warunku nośności podłoża gruntowego

h_f – wysokość ławy fundamentowej

M_2 – moment zginający wspornik ławy obliczony względem krawędzi ściany (bez uwzględniania ciężaru gruntu nad ławą)

$$\frac{M_2}{W_f} \leq \frac{0.7 \times f_{ctm}}{1.8}$$

f_{ctm} – wytrzymałość średnia betonu na rozciąganie

W_f – wskaźnik wytrzymałości przekroju obliczony dla skrajnego włókna z uwzględnieniem plastycznych właściwości betonu ($W_f = 0.292 \times L \times h_f^2$)

$$\frac{M_2}{0.292 \times 1.0 \times h_f^2} \leq \frac{0.7 \times f_{ctm}}{1.8}$$

$$h_f = \sqrt{\frac{1.8}{0.292 \times 0.7} \times \frac{M_2}{f_{ctm}}} = 2.97 \sqrt{\frac{M_2}{f_{ctm}}}$$

$$f_{ctm} = 1.9 \text{ MPa} \quad \text{B20}$$

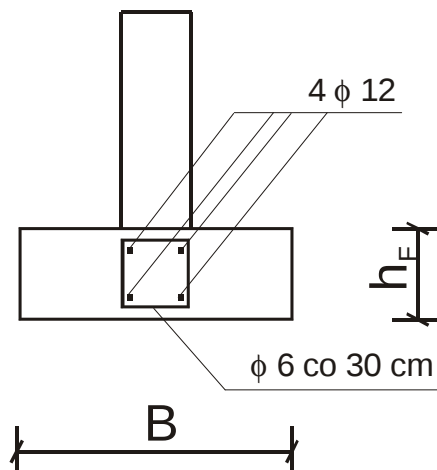
$$f_{ctm} = 2.2 \text{ MPa} \quad \text{B25}$$

$$f_{ctm} = 2.6 \text{ MPa} \quad \text{B30}$$

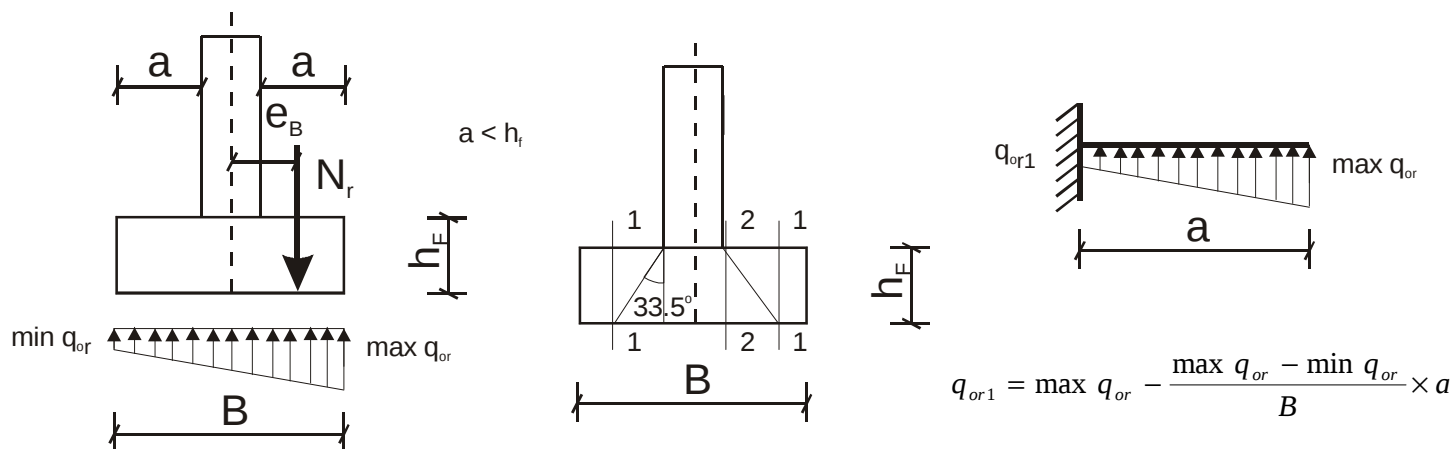
$$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa} \quad \text{B37}$$

PRZEKRÓJ POPRZECZNY

W celu zabezpieczenia ławy przed nierównomiernym osiadaniem, i wywołanymi przez to osiadaniem pęknięciami pod ścianą należy zastosować zbrojenie konstrukcyjne $4 \phi 12$, oraz strzemiona $\phi 6$ co 30 cm.



ŁAWY ŻELBETOWE



ZGINANIE

Nośność na zginanie sprawdzamy w przekroju 2-2

h_f – wysokość ławy fundamentowej (wstępnie $h_f = 25 \div 35$ cm)

d – wysokość użyteczna przekroju

M_2 – moment zginający wspornik ławy obliczony względem krawędzi ściany (bez uwzględniania ciężaru gruntu nad ławą)

A_s – wymagane pole przekroju zbrojenia

f_{yd} – obliczeniowa granica plastyczności stali

$$A_s = \frac{M_2}{0.9 \times d \times f_{yd}}$$

$$d = h_f - 6 \text{ cm}$$
$$f_{yd} = 190 \text{ MPa} \quad - A-0$$
$$f_{yd} = 210 \text{ MPa} \quad - \text{A-I}$$
$$f_{yd} = 310 \text{ MPa} \quad - \text{A-II}$$
$$f_{yd} = 350 \text{ MPa} \quad - \text{A-III}$$
