

# TOK POSTĘPOWANIA PRZY PROJEKTOWANIU FUNDAMENTU PALOWEGO WG PN-83/B-02482

Przyjęte do obliczeń dane i założenia:

- $V_k, H_k, M_k$  – wartości charakterystyczne obciążeń stałych: pionowych, poziomych oraz momentu przekazywane na fundament palowy
- $Q_1, Q_2, Q_3$  - wartości charakterystyczne obciążeń zmiennych: pionowych, poziomych oraz momentu przekazywane na fundament palowy
- Wymiary słupa
- Poziom posadowienia
- Poziom posadzki poniżej poziomu terenu
- Grubość posadzki

## PROJEKT FUNDAMENTU PALOWEGO NA PODSTAWIE BADAŃ PODŁOŻA

### I. OPIS TECHNOLOGII PALA

### II. DANE DO PROJEKTOWANIA

#### 1. PRZYJĘCIE GEOMETRII FUNDAMENTU

*Wskazówki do przyjęcia wymiarów fundamentu znajdują się w pliku „geometria\_pale.pdf”*

#### 2. OBLICZENIE CIĘŻARU OCZEPU WRAZ Z ZASYPEM

$$G_F = G_1 + G_2 + G_3$$

$G_F$  – Ciężar oczepu wraz z zasypem

$G_1$  – Ciężar żelbetowego oczepu

$G_2$  – Ciężar gruntu zalegającego nad stopą po stronie lewej

$G_3$  – Ciężar gruntu oraz posadzki nad stopą po stronie prawej

#### 3. OKREŚLENIE WARTOŚCI OBLICZENIOWYCH ODDZIAŁYWAŃ

$$V_d = 1,35 \cdot (V + G_F) + 1,5 \cdot Q_1$$

$$H_d = 1,35 \cdot H + 1,5 \cdot Q_2$$

$$M_d = 1,35 \cdot M + 1,5 \cdot Q_3$$

#### 4. WYZNACZENIE MIMOŚRODU DZIAŁANIA SIŁ $e_L$ I MAKSYMALNEJ SIŁY PALACH

Wyznaczyć mimośród od obciążeń stałych i zmiennych  $e_L$ .

Wyznaczyć siłę w najbardziej obciążonym palu.  $Q_i = \frac{V_d}{n} + \frac{M_1 \cdot x_i}{\sum x_i^2}$

$M_1$  – moment w podstawie oczepu

### III. OBLICZENIA STANU GRANICZNEGO NOŚNOŚCI

#### WYZNACZENIE JEDNOSTKOWYCH OPORÓW GRUNTU

Obliczenia wykonać łącznie ze sporządzeniem wykresów.

*Przykładowe wykresy w pliku „pale\_wykresy.pdf”*

- Przyjęcie gruntu w którym opieramy pał
- Przyjęcie długości pala
- Wyznaczenie jednostkowej wytrzymałości  $q^r$  dla gruntu który znajduje się pod podstawą pala według PN-83/B-2482 tab. 1
- Wyznaczenie jednostkowej wytrzymałości  $t^r$  dla gruntów przez które przechodzi pał według PN-83/B-2482 tab. 2
- Określenie warunków gruntowych oraz długości aktywnej pala według PN-83/B-2482 p.2.4.4

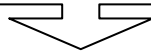
*W przypadku gruntów uwarstwionych, gdy występują warstwy nienośne należy określić na jakiej długości poboczniczy uwzględnić tarcie gruntu. Przykładowe interpretacje warunków gruntowych zostały przedstawione na rys. 5 PN-83/B-2482 oraz w pliku „schematy.pdf”*

- Wyznaczenie głębokości krytycznej według PN-83/B-2482 p.2.2.2.2 oraz poziomu zastępczego od którego jest ona mierzona.

*W najprostszym przypadku głębokość krytyczna wynosi: 10 m dla  $q^r$  oraz 5 m dla  $t^r$  i jest liczona od poziomu terenu. W szczególnych warunkach gruntowych należy wyznaczyć poziom zastępczy i przyjąć go na głębokości stropu warstwy nienośnej pomniejszonej o wartość  $h_z$  gdzie  $h_z = 0,65 \cdot \frac{\sum \gamma'_i \cdot h_i}{\gamma'}$*

- Sporządzenie wykresów jednostkowych wytrzymałości gruntu pod podstawą oraz na poboczniczy pala
- Wyznaczenie średnich wartości wytrzymałości gruntu na poboczniczy pala w zakresie danej warstwy

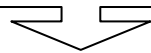
*Należy wyznaczyć średnią wartość tarcia na poboczniczy z zakresowanego pola*



#### WYZNACZENIE NOŚNOŚCI POJEDYNCZEGO PALA

- Przyjęcie obliczeniowej podstawy pala według PN-83/B-2482 p.2.2.1 oraz ewentualnie sił tarcia w dolnej części pala z poszerzoną podstawą według PN-83/B-2482 p.2.2.3.4
- Obliczenie oraz sprawdzenie warunku nośności pala

*Nośność proponuję wyznaczyć wykonując obliczenia w formie tabelki jak w pliku „pale\_tabela.pdf”. Obliczamy nośności poboczniczy w poszczególnych warstwach (ewentualnie tarcia ujemnego) oraz nośność podstawy. Sprawdzamy warunek nośności, jeżeli jest spełniony przechodzimy do dalszych obliczeń, w przeciwnym wypadku zwiększamy długość pala. Wyznaczamy nośność wydłużonego odcinka a następnie sprawdzamy nośność całkowitą. Zwiększanie długości wykonujemy do momentu spełnienia warunków nośności. W przypadku, gdy wymagana długość pala nie mogłaby zostać wykonana ze względu na technologię bądź warunki gruntowe, należy zmienić średnicę lub liczbę pali w fundamencie.*



#### SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI PALI W GRUPIE

Sprawdzenie wykonać zgodnie z PN-83/B-2482 p.3.4 i p.3.5

- Wyznaczenie kąta rozchodzenia się naprężeń w poszczególnych gruntach
- Wykonanie schematu strefy naprężeń wokół pali
- Wyznaczenie współczynnika redukcyjnego  $m_1$  z tab. 8 PN-83/B-2482
- Obliczenie oraz sprawdzenie warunku nośności grupy pali

*Strefy naprężeń wyznacza się w zakresie długości aktywnej pala.*

#### IV. OBLICZENIA STANU GRANICZNEGO NOŚNOŚCI PALI OBCIĄŻONYCH SIŁĄ POZIOMĄ

##### WYZNACZENIE SZTYWNOŚCI PALA

Sprawdzenie wykonać zgodnie z PN-83/B-2482 p.5

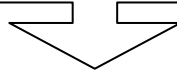
- Wyznaczenie sprężystego zagłębienia pala  $h_s$  ze wzoru (32)
- Do wyznaczenia  $h_s$  należy wyznaczyć współczynnik podatności bocznej  $k_x$
- $k_x$  – grunty niespoiste ze wzoru (40)
- $k_x$  – grunty spoiste ze wzoru (41)
- $k_x$  wyznaczyć dla każdej z warstw w zakresie długości pala, następnie wyznaczyć średnie  $k_x$  ze średniej ważonej w zależności od grubości poszczególnych warstw
- Na podstawie  $h_s$  określić sztywność pala:

$h \leq 1,5 h_s$  – pal sztywny (obliczenia dla pala sztywnego)

$h \geq 3 h_s$  – pal wiotki (obliczenia dla pala wiotkiego)

$1,5h_s \leq h \leq 3 h_s$  – pal pośredni (obliczenia dla pala sztywnego i wiotkiego)

gdzie  $h$  – zagłębienie pala w gruncie

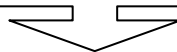


##### OBLICZENIA PALI SZTYWNYCH

Pale sztywne tracą nośność w momencie przekroczenia granicznej wartości nośności bocznej gruntu

- Obliczenie nośności bocznej gruntu  $H_f$  ze wzoru (34)
- Sprawdzenie warunku (33)  $H_r \leq m \cdot H_f$   
gdzie  $H_r$  – siła pozioma przypadająca na jeden pal
- Obliczenie przemieszczenia pala sztywnego  $y_0$  na podstawie tab. 12

$$y_0 \leq y_d \quad y_d = 1 \text{ cm}$$



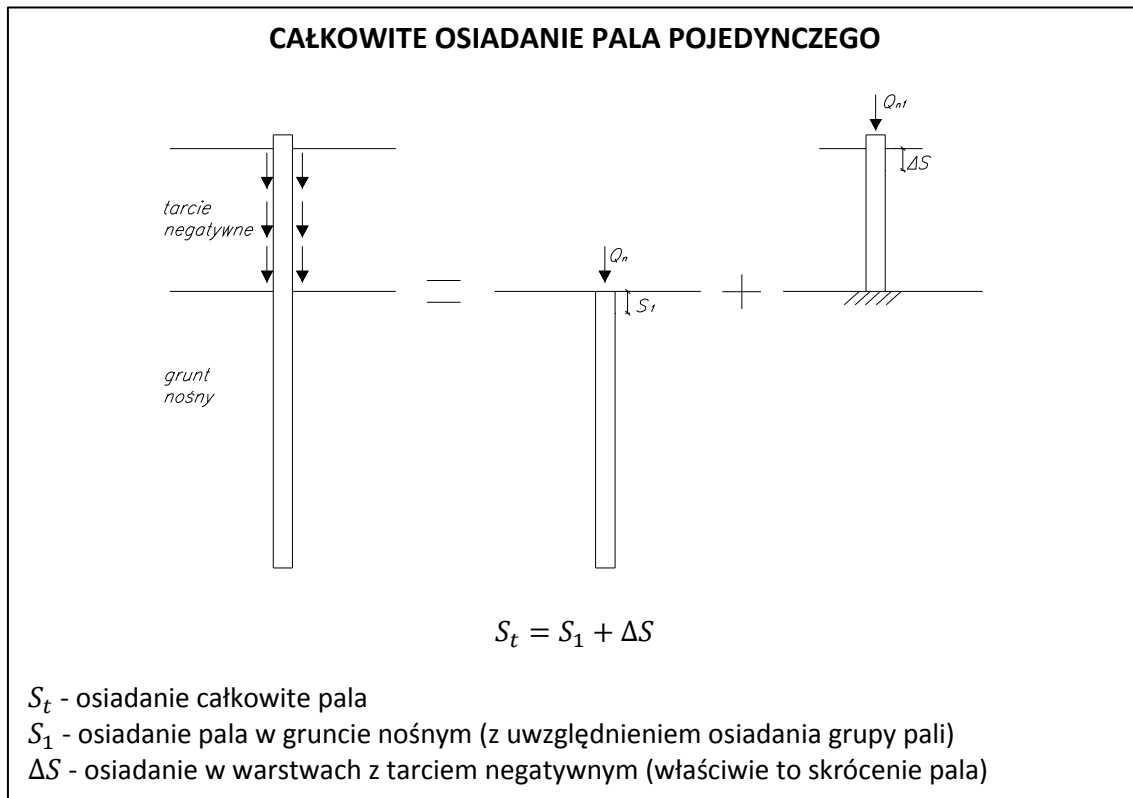
##### OBLICZENIA PALI WIOTKICH

Pale wiotkie tracą nośność w momencie przekroczenia granicznej wartości nośności konstrukcji pala

- Obliczenie nośności na zginanie konstrukcji pala (pominąć w projekcie)
- Obliczenie przemieszczenia pala wiotkiego  $y_0$  na podstawie wzoru (46)

$$y_0 \leq y_d \quad y_d = 1 \text{ cm}$$

## V. OBLICZENIA STANU GRANICZNEGO UŻYTKOWALNOŚCI



### OSIADANIA PALA POJEDYNCZEGO W GRUNCIE NOŚNYM

1. Jednostkowe osiadanie pojedynczego pala
  - wyznaczenie jednostkowego osiadania pala „s” ze wzoru (16), przyjmując dla gruntów uwarstwionych  $I_w$  ze wzoru (19)
  - $I_w = I_{ok} \cdot R_b$
  - $I_{ok}$  - rys. 10 w zależności od  $h/D$ ;  $K_A$  (ze wzoru 18)
  - $R_b$  - rys. 12 w zależności od  $h/D$ ;  $K_A$ ;  $E_b/E_0$
  - $Q_n=1$
2. Osiadanie pala z uwzględnieniem pracy w grupie
  - wyznaczenie osiadania pala ze wzoru (21)

### SKRÓCENIE PALA W GRUNCIE Z TARCIEM NEGATYWNYM

- wyznaczenie skrócenia pala w obrębie gruntów nienośnych ze wzoru

$$\Delta S = \frac{Q_{n1} \cdot h_1}{A_t \cdot E_t}$$

$$Q_{n1} = Q_i + 0.5 \cdot (G'_p + T)$$

$G'_p$  - ciężar części pala znajdującego się w gruncie nienośnym

$h_1$  - długość pala w warstwie nienośnej