

Ad. 4.

Wielkości osiadań są wielkościami szacowanymi w przybliżeniu.

Stosowane są założenia wg normy Eurocod7 [pkt. 6.6.1. z uwzględnieniem pkt 2.4.2. (4)]

zaś obliczenia prowadzone są wg pkt 3.5. normy polskiej normy PN-81/B-03020 (metodą naprężeń)

Metoda naprężeń umożliwia szacowanie wielkości osiadań na podstawie naprężeń w gruncie występujących w kolejnych fazach budowy.

FAZA I – podłoże w stanie naturalnym – przed rozpoczęciem budowy (zanim ktoś wpadł na pomysł, że budowa w ogóle będzie...)

FAZA II – podłoże po wykonaniu wykopów

FAZA III – podłoże po zakończeniu budowy

W kolejnych fazach wyodrębniane są:

1. Naprężenia pierwotne
2. Odprężenie gruntu
3. Naprężenia normalne

Do celów obliczeniowych wyróżniane są ponadto:

4. Naprężenia wtórne
5. Naprężenia dodatkowe
6. Naprężenia całkowite

Ad. 4.1.

Naprężenia zmieniają się wraz ze wzrostem głębokości ppt – w każdym dowolnym poziomie z_i wartość naprężenia jest inna. Naprężenia obliczane są od poziomu terenu **ISTNIEJĄCEGO**.

1 Podział podłoża na warstwy do obliczeń.

- poziomy charakterystyczne z przekroju geotechnicznego i założeń (poziom terenu, warstwy geotechniczne, poziom terenu projektowanego, zwierciadło wód gruntowych, poziom posadowienia)
- poniżej poziomu posadowienia podział na warstewki (ok. 0,5 m; nie grubsze niż 0,5 B)

miejsce na rysunek:

Ad. 4.1.

FAZA I – podłoże w stanie naturalnym

NAPRĘŻENIA PIERWOTNE $\sigma_{z\rho}$

$$\sigma_{z\rho} = \sum_i \rho_i g h_i = \sum_i \gamma_i h_i$$

gdzie:

ρ_i - gęstość objętościowa gruntu w stanie naturalnym w i-tej warstwie gruntu

g - przyspieszenie ziemskie

h_i - miąższość i-tej warstwy gruntu (UWAGA: naprężenia liczone w połowie grubości i-tej warstwy)

γ_i - ciężar objętościowy gruntu w stanie naturalnym w i-tej warstwie gruntu

Gdy warstwy gruntu zalegają poniżej zwierciadła wody gruntowej – do obliczeń przyjmuje się ciężar objętościowy gruntu z uwzględnieniem wyporu wody, wg wzoru:

$$\rho'_i = (1 - n)(\rho_i - \rho_w)$$

gdzie:

ρ'_i - ciężar objętościowy gruntu z uwzględnieniem wyporu wody

n - porowatość

ρ - ciężar objętościowy wody

FAZA II – podłoże po wykonaniu wykopu

ODPRĘŻENIE GRUNTU $\sigma_{z\rho}$

$$\overline{\sigma_{z\rho}} = \sigma_{o\rho} \cdot \eta_m$$

gdzie:

$\sigma_{o\rho}$ - naprężenie pierwotne w poziomie posadowienia

η_m - współczynnik, zależny od kształtu i wymiarów wykopu oraz od zagłębienia warstwy

FAZA III – podłoże po zakończeniu budowy

NAPRĘŻENIA NORMALNE σ_{zq}

$$\sigma_{zq} = q \cdot \eta_s$$

gdzie:

σ_{zq} - naprężenie normalne w środku i-tej warstwy

q - równomierne obciążenie podłoża od powstałej konstrukcji

$$q = \frac{V_{kG} + G_f + V_{kQ}}{B \cdot L}$$

η_s - współczynnik rozkładu naprężenia pod środkiem fundamentu sztywnego

Naprężenia normalne σ_{zq}

Powstają w gruncie na skutek obciążenia dna wykopu konstrukcją fundamentu oraz przyłożonych do niej obciążeń.

Naprężenia normalne σ_{zq} dzielą się na naprężenia wtórne i dodatkowe.

Naprężenia wtórne σ_{zs}

Stanowią tę część naprężeń normalnych, które uzupełniają "ubytek" po **odprężeniu gruntu**.

$$\sigma_{zs} = \overline{\sigma_{z\rho}}$$

Naprężenia dodatkowe σ_{zd} to pozostała część naprężeń normalnych

$$\sigma_{zd} = \sigma_{zq} - \overline{\sigma_{z\rho}}$$

W przypadku, gdy obciążenia od konstrukcji posadowionej w gruncie są mniejsze niż ciężar gruntu usuniętego celem wykonania wykopu, całość naprężeń normalnych mieściła się będzie w zakresie naprężeń wtórnych, a co za tym idzie - nie wystąpią naprężenia dodatkowe. Wówczas:

$$\sigma_{zs} = \sigma_{zq}$$

Naprężenia całkowite σ_{zt} są sumą naprężeń pierwotnych i dodatkowych, jakie występują w gruncie po zakończeniu budowy obiektu.

4.2. Wyznaczenie osiadania fundamentu

Osiadania wyznacza się dzięki wyliczonym wielkościom napreżeń w gruncie. Obliczenia przeprowadza się do głębokości z_{max} , w której spełniony został warunek :

$$\sigma_{zd} \leq 0,2\sigma_{zp} \quad - \text{wg EN 1997-1 p.6.6.2(6)}$$

$$\sigma_{zd} \leq 0,3\sigma_{zp} \quad - \text{wg PN-81/B-03020 p. 3.5.3.}$$

$$s = s' + s'' \quad - \text{całkowite osiadanie warstwy}$$

$$s' = \frac{\sigma_{zd}h}{M_0} \quad - \text{osiadanie pierwotne warstwy}$$

$$s'' = \lambda \frac{\sigma_{zs}h}{M} \quad - \text{osiadanie wtórne warstwy}$$

h – miąższość warstwy

λ – współczynnik uwzględniający stopień odprężenia podłoża po wykonaniu wykopu wg PN-81/B-03020 p. 3.5.3. należy przyjmować:

$\lambda=0$ – gdy czas wznoszenia budowli trwa nie dłużej niż rok

$\lambda=1$ – gdy czas wznoszenia budowli trwa dłużej niż rok

Warunek maksymalnego osiadania:

$$s \leq s_{max} = 50mm$$

Osiadanie średnie:

$$\bar{s} = \frac{\sum_i s_i A_i}{\sum_i A_i}$$

gdzie:

A_i - powierzchnia podstawy i-tej stopy fundamentowej

s_i - wielkość osiadania i-tej stopy fundamentowej

Strzałka ugięcia:

Dopuszczalna wartość strzałki ugięcia wg załącznika krajowego

PN-EN 1997-1 : 2008/ Ap2, pkt NA.3.2. Załącznik H, tab. NA.3.: $\Delta=10mm$

Strzałka ugięcia wyliczana jest zgodnie z wytycznymi normy PN - 81/ B - 03020

Strzałkę ugięcia budowli f_0 wyznacza się uwzględniając trzy najniekorzystniej osiadające fundamenty, leżące w planie na linii prostej, wg wzoru

$$f_0 = \frac{1}{l} (l \cdot s_0 - l_1 \cdot s_2 - l_2 \cdot s_1) \quad (15)$$

w którym wszystkie wielkości są przedstawione na rys. 9.

