

### **4.3 Badania statyczną sondą stożkową bez pomiaru (CPT) i z pomiarem (CPTU) ciśnienia wody w porach**

#### **4.3.1 Cele**

(1) Celem badania za pomocą statycznej sondy stożkowej (CPT) jest określenie oporu gruntu i miękkiej skały podczas zagłębiania stożka oraz tarcia na tulei ciernej.

(2)P Badanie CPT polega na wciskaniu sondy stożkowej pionowo w grunt za pomocą kolumny żerdzi. Sonda stożkowa powinna być wciskana w grunt ze stałą prędkością zagłębiania. Sonda stożkowa składa się ze stożka i, w razie potrzeby, z cylindrycznego trzonu albo tulei ciernej. Należy pomierzyć opór zagłębiania stożka ( $q_c$ ), jak również, w miarę możliwości, tarcie na tulei ciernej.

(3)P W badaniach CPT sondą z końcówką elektryczną wszystkie pomiary należy wykonać za pomocą czujników, umieszczonych w sondzie stożkowej.

(4) W badaniach CPT sondą z końcówką mechaniczną pomiary są przeważnie wykonywane w sposób zdalnie sterowany.

(5) Badanie CPTU to badanie sondą CPT z końcówką elektryczną, która obejmuje dodatkowe oprzyrządowanie do mierzenia ciśnienia wody w porach podczas zagłębiania na poziomie podstawy stożka.

(6) Wyniki badania CPTU powinny być wykorzystywane głównie do wyznaczenia profilu gruntowego łącznie z wynikami otrzymanymi z pobierania prób przy wierceniu i w wykopach zgodnie z Rozdziałem 3, albo z innych badań polowych.

(7) Wyniki sondowań mogą również być wykorzystywane do wyznaczania parametrów geotechnicznych, takich jak właściwości wytrzymałościowe i odkształceniowe gruntu lub miękkiej skały, a także do bezpośredniego zastosowania do metod obliczeniowych.

(8) Wyniki mogą być również wykorzystane do wyznaczania długości pali i ich nośności na wciskanie i wyciąganie albo do wyznaczania wymiarów fundamentów bezpośrednich.

### 4.3.2 Szczególne wymagania

(1)P Badania powinny być wykonane i przedstawione zgodnie z metodą, która odpowiada wymaganiom podanym w EN ISO 22476-1 dla badania sondą z końcówką elektryczną CPT i CPTU albo w EN ISO 22476-12 dla badania sondą z końcówką mechaniczną CPT.

(2)P Gdy planuje się program badawczy do projektu, należy ustalić – oprócz wymagań podanych w 4.2.1 – następujące elementy:

- rodzaj wymaganego badania statyczną sondą stożkową zgodnie z EN ISO 22476-1 lub EN ISO 22476-12;
- głębokość i czas trwania badań rozproszenia ciśnienia wody w porach, jeśli można to zastosować.

(3)P Każde odstępstwo od wymagań podanych w EN ISO 22476-1 lub EN ISO 22476-12 należy uzasadnić i opisać. W szczególności należy skomentować każde jego oddziaływanie na wyniki badania.

### 4.3.3 Ocena wyników badań

(1)P Do przeprowadzenia oceny należy wykorzystać, oprócz wymagań przedstawionych w 4.2, sprawozdania z badań zgodnie z EN ISO 22476-1 albo EN ISO 22476-12.

(2)P Przy ocenie wyników badania należy uwzględnić możliwe oddziaływania geotechniczne na opór zagłębiania stożka, np. w ilach przy ocenie powinien być wykorzystany opór zagłębiania stożka, skorygowany o skutki ciśnienia wody w porach ( $q_t$ ).

### 4.3.4 Wykorzystanie wyników badań i wartości wyprowadzonych

#### 4.3.4.1 Nośność i osiadanie fundamentów bezpośrednich

(1)P Jeśli z wyników badania CPT wyprowadza się nośność albo osiadanie fundamentu bezpośredniego, należy zastosować półempiryczną albo analityczną metodę projektowania.

UWAGA Patrz, na przykład, EN 1997-1:2004, Załącznik D lub F.

(2)P Jeśli zastosowano metodę półempiryczną to należy uwzględnić jej specyfikę.

UWAGA Jeśli, na przykład, zastosowana została półempiryczna metoda wyznaczenia osiadania fundamentów bezpośrednich z wyników badania CPT (patrz D.3), to jedynie moduł sprężystości Younga, wyprowadzony z  $q_c$  wykorzystany jest w tej metodzie, tak jak to przedstawiono w przykładzie.

(3) Jeśli przy określaniu oporu podłoża, na podstawie Załącznika D w EN 1997-1:2004, stosowana jest przykładowo metoda analityczna, to wytrzymałość drobnoziarnistego gruntu ( $c_u$ ) na ścinanie bez odpływu, może być wyznaczona na podstawie badania CPT ze wzoru:

$$c_u = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{N_k} \quad (4.1)$$

Albo, w przypadku badania CPTU, ze wzoru:

$$c_u = \frac{q_t - \sigma_{vo}}{N_{kt}} \quad (4.2)$$

gdzie:

- $q_c$  jest oporem zagłębiania stożka;
- $q_t$  jest oporem zagłębiania stożka skorygowanym ze względu na wpływ ciśnienia wody w porach;
- $N_k$  i  $N_{kt}$  są współczynnikami oszacowanymi na podstawie lokalnego doświadczenia lub wiarygodnych korelacji;
- $\sigma_{vo}$  jest początkowym całkowitym pionowym naprężeniem od nadkładu na rozpatrywanej głębokości.

(4) Jeśli do obliczania oporu podłoża zastosowana jest przykładowo metoda analityczna z Załącznika D w EN 1997-1:2004, to kąt tarcia wewnętrznego gruntu ( $\varphi'$ ) może być określony z oporu stożka ( $q_c$ ) na podstawie doświadczenia lokalnego, z uwzględnieniem wpływu głębokości, jeśli ma to znaczenie.

UWAGA 1 Przykład zakresów wartości do oszacowania  $\varphi'$  z  $q_c$ , dla piasków kwarcowych i skaleniowych podano w D.1 dla szacowania nośności fundamentów bezpośrednich, gdy nie uwzględnia się wpływu głębokości fundamentów.

UWAGA 2 W D.2 przedstawiony jest przykład korelacji pomiędzy  $\varphi'$  i  $q_c$  dla piasków źle przesortowanych – uziarnionych. Korelacja podana w D.2 powinna być uważana za dającą ostrożne oszacowanie.

(5) Do wyznaczenia  $\varphi'$  z  $q_c$  mogą również być użyte bardziej zaawansowane metody biorące pod uwagę pionowe naprężenie efektywne, ściśliwość i stopień prekonsolidowania gruntu.

(6) Jeśli do obliczenia osiadania fundamentów bezpośrednich na podstawie wyników badania CPT stosuje się uproszczoną metodę ośrodka sprężystego, korelacja pomiędzy oporem stożka ( $q_c$ ) a modułem sprężystości Younga z odpływem ( $E'$ ) zależy od rodzaju metody: półempirycznej metody sprężystości albo teorii sprężystości.

UWAGA Uproszczona metoda ośrodka sprężystego została przedstawiona w EN 1997-1:2004, Załącznik F.

(7) Metody półempiryczne mogą być stosowane do obliczania osiadania w przypadku gruntu gruboziarnistego.

UWAGA Przykład podany został w D.3.

(8) Gdy stosuje się teorię sprężystości, moduł sprężystości Younga z odpływem ( $E'$ ) (długotrwały) może być wyznaczony z oporu stożka ( $q_c$ ) na podstawie doświadczenia regionalnego.

UWAGA Przykład oszacowania przybliżonych wartości  $E'$  z  $q_c$  dla piasków kwarcowych i skaleniowych podano w D1.

(9) Korelacje pomiędzy modułem edometrycznym ( $E_{\text{oed}}$ ) a oporem stożka ( $q_c$ ) mogą również być wykorzystane do obliczania osiadania fundamentów bezpośrednich. Często przyjmowana jest następująca zależność pomiędzy  $E_{\text{oed}}$  i  $q_c$ :

$$E_{\text{oed}} = \alpha \cdot q_c \quad (4.3)$$

gdzie:

$\alpha$  jest współczynnikiem korelacji zależnym od lokalnego doświadczenia.

UWAGA Przykład korelacji podany jest w D.4.

(10) Gdy do obliczenia osiadania fundamentów bezpośrednich stosowana jest teoria sprężystości, wykorzystany może być zależny od naprężenia moduł edometryczny ( $E_{\text{oed}}$ ), wyznaczony na podstawie  $q_c$ .

UWAGA 1 Odnośnie do przykładów z użyciem teorii sprężystości, patrz EN 1997-1:2004, Załącznik F.

UWAGA 2 Przykłady korelacji pomiędzy  $q_c$  i  $E_{\text{oed}}$  podane zostały w D.5. Korelacje podane w D.5 powinny być traktowane jako ostrożne oszacowania.