

Obliczanie nośności i osiadań pali na podstawie sondowań statycznych CPT

Ze względu na podobieństwo modelowe pala podczas jego obciążenia i końcówki sondy CPT [13], jak również stosunkowo niewielki koszt sondowania CPT, jego wyniki są często stosowane jako podstawa obliczeń nośności pali. W praktyce inżynierskiej wykorzystuje się kilkanaście tego rodzaju metod, różniących się między sobą zarówno założeniami, jak i dokładnością. Najistotniejszymi różnicami są: sposób wyznaczania oporów jednostkowych pobocznic i stopy pala w funkcji oporów sondowania, zakres strefy wpływu pod stopą pala (obszar uśredniania oporu stożka q_c) oraz kryterium osiągnięcia granicznego oporu pala.

Niektóre metody umożliwiają wyznaczenie nośności granicznej pala bezpośrednio na podstawie oporu sondy, zarówno w gruntach spoistych, jak i piaszczystych [3, 8], inne wymagają wyznaczenia wytrzymałości gruntu na ścinanie w warunkach bez odpływu s_u w przypadku wyznaczania nośności pala w gruntach spoistych [11, 4]. W przypadku metod drugiej grupy wynik obliczeń jest w znacznym stopniu uwarunkowany indywidualną oceną projektanta lub geotechnika, który dokonał interpretacji wyników sondowania [12]. Zasięg strefy wpływu różni się w poszczególnych metodach w zakresie $0,7 \div 4,0D_p$ poniżej stopy pala oraz $1,5 \div 8,0D_p$ powyżej tej stopy, gdzie D_p jest miarodajną średnicą pala. Nośność graniczną pala przyjmuje się zazwyczaj jako opór pala osiągnięty przy osiadaniu jego głowicy równym $0,1D_p$. Niektórzy badacze są jednak zdania, że bardziej miarodajnym kryterium osiągnięcia przez pal nośności granicznej jest wystąpienie gwałtownego skoku w charakterystyce obciążenie – osiadanie [13]. Zagadnienie to zostało szerzej omówione m.in. w [6, 12]. Większość spośród metod obliczeniowych umożliwia obliczenie tylko nośności granicznej pala. Według wiedzy autora, tylko propozycja Niemieckiego Towarzystwa Geotechnicznego umożliwia wyznaczenie również osiadania pala [10]. W tej propozycji występują jednak dwa ograniczenia praktyczne. Po pierwsze, obliczenia oporów jednostkowych pala w gruntach spoistych wykonuje się na podstawie wytrzymałości gruntu na ścinanie s_u , a po drugie, przy dowolnym miarodajnym oporze stożka sondy q_c czy też wytrzymałości gruntu s_u , jest podany przedział, z jakiego projektant może przyjmować opory jednostkowe pala. Oba wymienione elementy powodują znaczny wpływ indywidualnej oceny, a więc dokładność wyniku zależy w znacznym stopniu od decyzji podjętych w danym przypadku obliczeniowym.

W niniejszym artykule omówiono metodę obliczania nośności i osiadań wbijanych pali prefabrykowanych na podstawie sondowań CPT, opartą do pewnego stopnia na metodzie francuskiej [3] oraz niemieckiej [4] i stanowiącą próbę połączenia zalet obu.

Założenia proponowanej metody

Podstawowym założeniem jest możliwość określenia rzeczywistej charakterystyki pala na podstawie próbnego obciążenia statycznego przeprowadzonego zgodnie z metodą stałych kroków obciążenia. Niektórzy badacze zgłaszali zastrzeżenia odnośnie do takiego założenia [7]. Część zastrzeżeń jest związana z błędami powstającymi w trakcie samego badania sta-

tycznego, inne jednak dotyczą podstawowych problemów inżynierskich, omówionych w dalszej części artykułu.

• Parametry sondowania miarodajne dla obliczeń pala.

Zakłada się, że kluczowym parametrem jest opór q_c stożka sondy CPT. Tarcie na tulei f_s jest pomijane jako parametr względnie wrażliwy. Nie wprowadza się ograniczenia określającego, że tarcie pobocznic pala nie może przekraczać tarcia na tulei. Na potrzeby wyznaczenia charakterystyki pala opór q_c nie jest przetwarzany, tzn. piki w wykresie nie są wygładzane.

• **Zasięg strefy wpływu.** Przyjęto do obliczeń podstawy strefę wpływu obejmującą obszar $3D_p$ poniżej oraz $1,5D_p$ powyżej stopy.

• **Zależność oporów jednostkowych i osiadania pala.** Założono, że opór jednostkowy pod stopą i na pobocznicach pala, mobilizowany w dowolnym momencie jego obciążenia, jest prostą funkcją osiadania głowicy, co oznacza że skrócenie trzonu pala jest pomijane. Trzeba nadmienić, że opory jednostkowe są funkcją raczej wzajemnego przemieszczenia danego przekroju pala względem otaczającego ośrodka niż osiadania głowicy. Dodatkowo opory jednostkowe w przypadku pala wbijanego nie są wyłącznie funkcją osiadania pala, lecz zależą od dodatkowych czynników, m.in. od sił wywołanych wbijaniem. Proponowana metoda, ze względu na brak odpowiednich danych, nie była weryfikowana w przypadku pali obciążonych siłą wyciągającą. Istotnym ograniczeniem w obliczaniu przemieszczeń głowicy jest fakt, że przy obciążeniu wyciągającym pominięcie wydłużenia trzonu pala może mieć znacznie większy wpływ na dokładność obliczeń niż ma to miejsce w przypadku pala wciskanego. Jest to związane m.in. ze zjawiskiem zarysowania trzonu przy obciążeniu wyciągającym. Dodatkowo wstępnego zarysowania trzonu, spowodowany samym procesem wbijania, zależy od warunków wbijania w rozpatrywanym przypadku.

• **Zależność między q_c i oporami jednostkowymi.** Zakłada się prostą zależność pomiędzy oporem stożka i oporem jednostkowym stopy lub pobocznic przy danym osiadaniu głowicy pala. Opory pala w funkcji osiadania mogą być wyznaczone na podstawie równań:

$$R_c(s_i) = A_b q_b(s_i) + \sum_n A_{sn} q_{sn}(s_i), \quad (1)$$

$$R_t(s_i) = \sum_n A_{sn} q_{sn}(s_i), \quad (2)$$

w których:

$R_c(s_i)$ i $R_t(s_i)$ – opory pala przy osiadaniu/podnoszeniu głowicy równym s_i odpowiednio pod obciążeniem wciskającym i wyciągającym,

A_b – pole powierzchni stopy,

$q_b(s_i)$ – jednostkowy opór stopy przy osiadaniu s_i ,

A_{sn} – powierzchnia pobocznic w warstwie n ,

$q_{sn}(s_i)$ – jednostkowy opór pala w warstwie n przy osiadaniu/podnoszeniu głowicy s_i .

Opory jednostkowe zależą bezpośrednio od oporu stożka sondy CPT i rodzaju gruntu. Wyznacza się je na podstawie równań:

$$q_b(s_i) = q_{cavg} k_b(s_i), \quad (3)$$

$$q_{sn}(s_i) = q_{cn}/\alpha_s(s_i), \quad (4)$$

w których:

q_{cavg} – opór stożka sondy CPT miarodajny dla podstawy pała, tzn. uśredniony w obszarze $3D_p$ poniżej oraz $1,5D_p$ powyżej rzędnej stopy,

q_{cn} – opór stożka sondy CPT miarodajny dla pobocznicy pała, tzn. uzyskany bezpośrednio z sondowania,

$k_b(s_i)$ – współczynnik oporu stopy zależny od osiadania,

$\alpha_s(s_i)$ – współczynnik oporu pobocznicy zależny od osiadania.

Wartości współczynników dotyczące stóp i pobocznicy pali podano w tabl. 1.

Tablica 1
Współczynniki do wyznaczania oporów jednostkowych

Opór stożka sondy q_c [MPa]	α_{s1}	α_{s2}	α_{su}	k_{b1}	k_{bu}
Pyły, gliny, iły, grunty spoiste organiczne					
< 2	45	55	150	0,4	0,5
2 ÷ 4	50	63	165	0,3	0,45
4 ÷ 7	55	70	185	0,25	0,35
> 7	60	75	200	0,25	0,35
Piaski, piaski pyłaste, żwir					
< 7,5	180	200	255	0,5	0,6
7,5 ÷ 15	190	210	270	0,4	0,5
15 ÷ 25	200	220	285	0,3	0,4
> 25	210	235	300	0,2	0,3

• **Częściowa mobilizacja oporów.** Wartości osiadań pośrednich wyznacza się z równań (5) do (7). Osiedlenia te są funkcją oporów pod stopą i na pobocznicy, a więc także rodzaju i wytrzymałości gruntu. Z wykonanych analiz przy dowolnych wartościach osiadań pośrednich, będących wyłącznie funkcją średnicy pała lub jego nośności, uzyskano niewielką dokładność obliczeń. Wynika to w znacznym stopniu z tego, że opór jednostkowy pod stopą czy też wzdłuż pobocznicy pała jest nie tylko funkcją sztywności gruntu, ale także siły rezydualnej powstającej w wyniku wbijania pała w grunt [2]. W efekcie, jakkolwiek arbitralnie przyjęta funkcja mobilizacji może być obciążona błędem. Proponuje się przyjąć zależności empiryczne:

$$s_{s1} = R_{s1}/300, \quad (5)$$

$$s_{s2} = R_{s2}/150, \quad (6)$$

$$s_{b1} = R_{s2}/70, \quad (7)$$

gdzie:

R_{s1}, R_{s2} – opory pobocznicy pała w [kN], mobilizowane przy osiadaniach głowicy wynoszących odpowiednio s_{s1}, s_{s2} [mm], R_{b1} – opór stopy pała w [kN], mobilizowany przy osiadaniu głowicy, wynoszącym s_{b1} [mm],

Wartości R_{s1}, R_{s2}, R_{b1} należy obliczać zgodnie z równaniami od (1) do (4), z uwzględnieniem współczynników podanych w tabl. 1.

Zastosowanie osiadań miarodajnych według równań od (5) do (7) bez dodatkowych ograniczeń powodowałoby powstanie sprzeczności. Okazałoby się bowiem, że w gruntach o dużej wytrzymałości, tj. glinach półtwardych lub piaskach zagęszczonych osiedlenia głowicy pała byłyby stosunkowo duże, przy ob-

ciążeniu nawet znacznie mniejszym niż nośność graniczna pała. Z kolei w gruntach słabych, tj. glinach plastycznych czy w piaskach luźnych osiedlenia te byłby względnie małe. Jeżeli wartości obliczone zgodnie z zależnościami (5) ÷ (7) przekraczają z dołu lub z góry wartości graniczne, to należy przyjmować odpowiednie wartości graniczne:

$$0,005D_p < s_{s1} = R_{s1}/300 < 0,0015D_p, \quad (8)$$

$$0,002D_p < s_{s2} = R_{s2}/150 < 0,005D_p, \quad (9)$$

$$0,02D_p < s_{b1} = R_{s2}/120 < 0,005D_p. \quad (10)$$

Baza danych

W ramach budów prowadzonych przez firmę Aarsleff w latach 2005-2009 zebrano bazę danych obejmującą wyniki 37 badań statycznych. Badania te spełniały także wymagania analizy na potrzeby problematyki przedstawionej w niniejszym artykule, jak to, że w promieniu do 15 m od badanego pała było wykonane sondowanie statyczne CPT, głębokość sondowania była o co najmniej 3 średnice pała większa niż zagłębienie jego stopy, a pał został obciążony siłą umożliwiającą interpretację nośności granicznej jedną z metod powszechnie stosowanych w praktyce inżynierskiej. Charakterystykę badanych pali przedstawiono w tabl. 2.

Badano pale prefabrykowane o przekroju kwadratowym. Badania wykonano według wytycznych [10], tzn. zgodnie z metodą szybkich stałych kroków obciążenia (ang. Quick Maintained Load). W 14 badaniach pale miały przekrój $0,3 \times 0,3$ m, a w 23 – przekrój $0,4 \times 0,4$ m. W grunty niespoiste wbijano 7 pali, w grunty spoiste – 9 pali, a 21 – w grunty uwarstwione. W żadnym spośród analizowanych przypadków pał nie był zagłębiony na całej długości w grunty spoiste w stanie plastycznym lub słabsze. Zagłębienie pali w gruncie wynosiło od 7,4 do 20,4 m (zagłębienie średnie 12,6 m). Okres pomiędzy wbiciem pała a jego badaniem wynosił od 5 do 71 dni. Nośność graniczna pała została osiągnięta w 20 przypadkach. Przyjęto dwa kryteria osiągnięcia tej nośności przez pał. Pierwsze jest związane z wyraźnym zafamaniem krzywej osiadanie – obciążenie, wskazującym na całkowite uplastycznienie gruntu, drugie zaś oznacza osiągnięcie przez głowicę pała osiadania wynoszącego $0,10 D_p$. W przypadku pozostałych 17 pali nośność graniczna pała była zinterpretowana na podstawie metody *Mazurkiewicza* [7, 10]. Wszystkie próbne obciążenia wykonano w warunkach budowy, z czego znaczna większość dotyczyła pali stanowiących element przyszłego posadowienia. We wszystkich przypadkach obciążenie do pała przykładano za pomocą siłownika hydraulicznego przenoszącego obciążenie na układ belek zamocowanych do 4 pali kotwiących. Odległość pomiędzy pałem badanym i palami kotwiącymi wynosiła od 2 do 4 m i była w każdym przypadku zgodna z wymaganiami [10]. W większości przypadków sondowania CPT przeprowadzono za pomocą stożka mechanicznego *Begemanna*. Jedynie w nielicznych przypadkach zastosowano końcówkę elektryczną lub sondę CPTu. Odległość pomiędzy badanymi palami i punktem wykonania sondowania wynosiła od 1 do 14 m.

Analiza porównawcza

Na potrzeby analizy weryfikacyjnej stworzono prosty plik w programie MathCad. Przykładowe krzywe obciążenie – osiadanie dotyczące czterech pali pokazano na rys. 1 i 2. Pale nr 15 i nr 26 (por. rys. 1) są tymi, w których przypadku dokładność obliczenia osiadań była najlepsza, a pale nr 5 i nr 23 tymi, w których przypadku była ona najgorsza. Osiedlenie pała nr 5 było najbardziej niedoszacowane, a pała nr 23 najbardziej przeszacowane.

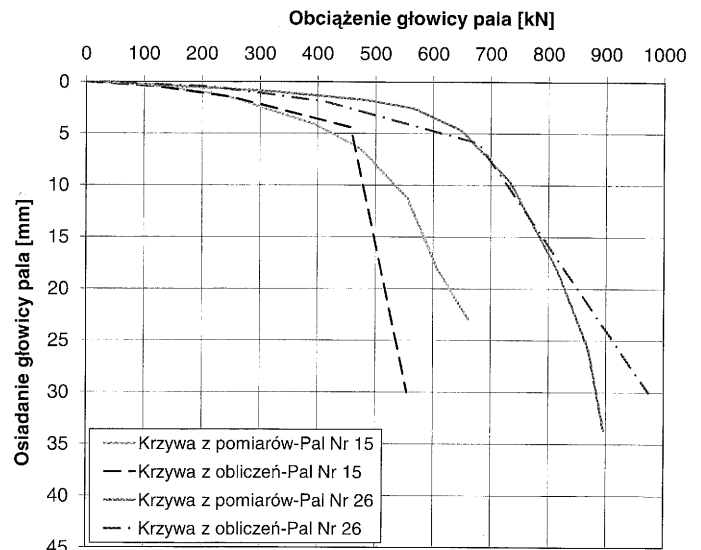
Tablica 2
Charakterystyka badanych pali

Nr pala	Wymiar boku pala D_p [m]	Zagłębienie pala L_p [m]	Okres między wbiciem a badaniem T [dni]	Warunki gruntowe	Odległość między sondą CPT a pałem badanym B_c [m]
1	0,3	9,2	brak danych	D ¹⁾	8
2	0,3	13	brak danych	C	11
3	0,3	13,6	46	C	10
4	0,3	8,6	10	A	1
5	0,4	12,1	9	C	8
6	0,4	12,3	23	B	≈ 10
7	0,4	12,3	30	B	≈ 10
8	0,4	12,3	28	B	≈ 10
9	0,4	12,3	71	B	≈ 10
10	0,4	14,6	29	B	≈ 10
11	0,4	13,3	37	B	≈ 10
12	0,4	12,3	40	B	≈ 10
13	0,3	11,2	5	D	13
14	0,3	11,2	6	D	13
15	0,3	10,2	6	D	9
16	0,3	12,2	6	D	10
17	0,3	12,4	8	D	14
18	0,4	17,5	19	A	4
19	0,4	20,4	9	A	5
20	0,4	20,4	8	D	5
21	0,4	12,4	22	C	5
22	0,4	16,8	9	A	5
23	0,4	12,8	20	D	6
24	0,4	8,4	7	D	3
25	0,4	8,4	9	A	5
26	0,3	8,6	8	A	4
27	0,3	7,4	9	A	4
28	0,3	13,6	23	D	13
29	0,3	11,6	21	D	2
30	0,3	9,8	20	D	3
31	0,4	14,3	19	D	2
32	0,4	12,5	14	D	3
33	0,4	12,4	10	C	7
34	0,4	12,4	9	D	7
35	0,4	12,4	14	C	7
36	0,4	15,5	29	B	8
37	0,4	15,5	29	B	8

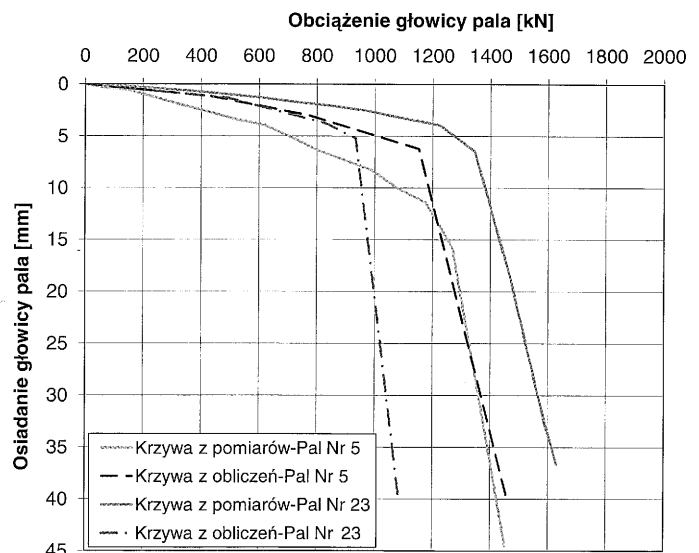
¹⁾ A – wyłącznie grunty niespoiste, B – wyłącznie grunty spoiste, C – grunty uwarstwione, stopa w spoistych, D – grunty uwarstwione, stopa w niespoistych.

Wyniki porównania obliczonych nośności pali z wynikami badań terenowych przedstawiono na rys. 3, a obliczonych przemieszczeń z wynikami pomiarów na rys. 4. Porównanie osiadań dotyczy osiadania głowicy pala odpowiadającego obciążeniu $0,4R_u$, gdzie R_u jest nośnością graniczną pala otrzymaną z badania statycznego.

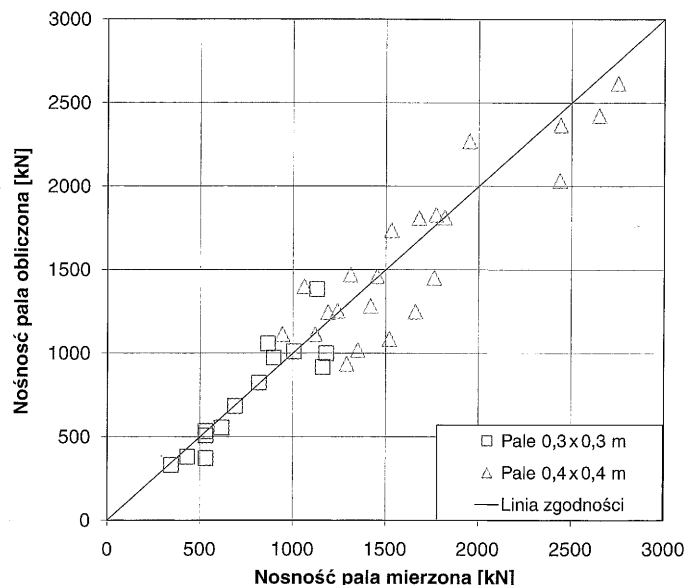
W przypadku granicznych nośności pali uzyskano dobrą zgodność wyników obliczonych z mierzonymi. Mediana R^c/R^m wynosi 0,994, odchylenie standardowe 0,154. Zgodność wyników obliczonych w stosunku do pomierzonych w terenie jest zadowalająca również w przypadku osiadań. Mediana s^c/s^m wynosi 0,867, a odchylenie standardowe 0,342. Wartości te nie różnią się znacząco od uzyskiwanych powszechnie akceptowanymi metodami obliczania nośności pali pojedynczych.



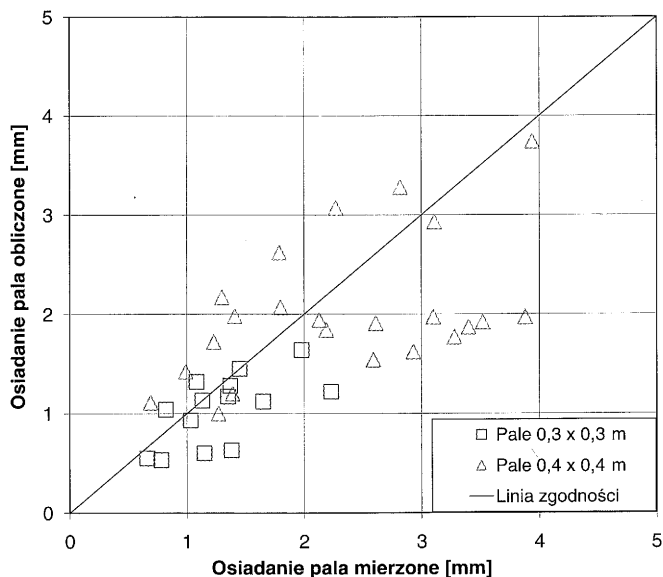
Rys. 1. Obliczone i pomierzone krzywe obciążenie – osiadanie pali nr 15 i nr 26



Rys. 2. Obliczone i pomierzone krzywe obciążenie – osiadanie pali nr 5 i nr 23



Rys. 3. Porównanie mierzonych i obliczonych nośności pali



Rys. 4. Porównanie mierzonych i obliczonych osiadań pali

Uwagi końcowe

Jednym z podstawowych założeń przyjętych przy opracowaniu proponowanej metody była możliwość odwzorowania „rzeczywistej” charakterystyki pala w badaniu statycznym prowadzonym według metody szybkich stałych kroków obciążenia. Należy zwrócić uwagę na to, że podczas dowolnego badania statycznego powstają pewne błędy. W przypadku wszystkich próbnych obciążeń analizowanych w niniejszym artykule obciążenie było przykładane przez system układu belek przekazujących siłę na 4 pale kotwiące, które mogą oddziaływać zarówno na bazę pomiarową, jak i na sam badany pal [7, 9]. Poza tym zmiany temperatury otoczenia mogą wpływać na odczyty osiadań przez wpływ na bazę pomiarową [7]. Oczywiście podczas wszystkich opisywanych badań baza pomiarowa była chroniona przed bezpośrednim oddziaływaniem promieni słonecznych. Niemniej, w przypadku badań trwających 8 ÷ 12 h nie jest możliwe całkowite wyeliminowanie wpływu zmian temperatury otoczenia.

Nie można zakładać, że charakterystyka pala nie zależy od sposobu i czasu trwania obciążenia. Jeden z przykładów wpływu istotności czasu trwania obciążenia na wynik obliczenia osiadań pala przedstawiono w artykule [5]. W tej pracy skupiono się jednak na jednym z aspektów tego zagadnienia, tzn. na istotności wpływu pełzania w długim okresie na wynik obliczenia osiadania pala. W istocie, podczas typowego badania statycznego czas przykładania obciążenia wynosi kilka do kilkunastu godzin, podczas gdy w znacznej części rzeczywistych konstrukcji inżynierskich jest to co najmniej kilka miesięcy. Z jednej strony jest więc słuszne zwrócenie uwagi na wpływ pełzania, z drugiej jednak zostało stwierdzone, że w przypadku pali wbijanych zarówno w grunty spoiste [14], jak i niespoiste [8] występuje przyrost nośności pala w czasie. Jeden z pali będących częścią analizowanej w niniejszym artykule bazy danych (por. pal nr 25 w tabl. 2) był badany po 9 i po 159 dniach od chwili wbicia. Nośność graniczna pala w tym okresie zwiększyła się o 15%, z kolei osiadanie przy charakterystycznym obciążeniu projektowym zmalało w tym samym okresie o 20%. Przypadek odwrotny pod względem relacji czasowej między trwaniem obciążenia w teście statycznym i w konstrukcji jest także możliwy. Typowym przykładem takiego zagadnienia jest fundament elektrowni wiatrowej, gdzie czas trwania maksymalnego obciążenia nominalnego nie przekracza prawdopodobnie kilkunastu sekund. Związek pomiędzy pracą pala przy obciążeniu dynamicznym, krótkotrwa-

łym i długotrwałym nie jest dobrze zbadany, choć znaczna liczba badań przemawia za tym, że nośność pala przy obciążeniu szybkim jest większa niż przy powolnym. Niemniej jakiegokolwiek arbitralne założenie odnośnie do wzajemnej relacji tych nośności powinno być traktowane z ostrożnością. W podobny sposób prędkość obciążenia pala, jak również sposób jego przykładania w znaczącym stopniu wpływa na osiadanie jego głowicy. W świetle powyższych uwag należy zaznaczyć, że jakiegokolwiek rodzaj próbnego obciążenia nie powinien być traktowany jako metoda odzwierciedlenia pełnej charakterystyki pala, jeśli prędkość obciążenia w docelowej konstrukcji nie jest odzworowywana w trakcie badania. Konsekwencją tego stwierdzenia jest to, że nawet w przypadku dysponowania idealnym modelem współpracy pala z gruntem odzwierciedlenie w pełni pracy pala w docelowej konstrukcji może być niemożliwe.

Przedstawiona metoda pozwala na wiarygodną analizę nośności i osiadań pali w zakresie obciążeń roboczych w typowej konstrukcji inżynierskiej, w której obciążenie maksymalne jest osiągnięte w długim okresie. Baza danych 37 próbnych obciążeń statycznych pozwoliła na kalibrację i ocenę wiarygodności metody. Uzyskano dobrą zgodność wyników nośności obliczonych z mierzonymi oraz zadowalającą zgodność w przypadku osiadań. W komentarzu do podstawowych założeń do prezentowanego podejścia wskazano na podstawowe inżynierskie trudności związane z analizą pali. W świetle poczynionych uwag wskazano na wątpliwości dotyczące częstego założenia, że badanie statyczne wykonane metodą stałych kroków obciążenia odzwierciedla prawdziwą charakterystykę pala.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Abu-Farsakh M. Y., Titi H. H.: Assessment of direct Cone Penetration Test methods for predicting the ultimate capacity of friction driven piles. „Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering”, 130 (9), 2004.
- [2] Altaee E., Fellenius B. H., Evgin E.: Axial load transfer for piles in sand. I: Tests on an instrumented precast pile. „Canadian Geotechnical Journal”, 29, 1992.
- [3] Bustamante M., Gianeselli L.: Pile bearing capacity predictions by means of static penetrometer CPT. Proceedings of the 2-nd European Symposium on Penetration Testing, ESOP-II, Amsterdam, Vol. 2, 1982.
- [4] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik. 2007. Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle”. EA-Pfähle. Ernst & Sohn, Berlin 2007.
- [5] England M.: Pile settlement behavior: an accurate model. Application of stress-wave theory to piles. Balkema, Amsterdam 1992.
- [6] Eslami A., Fellenius B. H.: Pile capacity by direct CPT and CPTu methods applied to 102 case histories. „Canadian Geotechnical Journal”, 34, 1997.
- [7] Fellenius B. H.: The analysis of results from routine pile load tests. „Ground Engineering”, Vol. 13, No 6, 1980.
- [8] Jardine R., Chow F., Opey R., Standing J.: ICP Design method for driven piles in sands and clays. Thomas Telford Ltd., London 2005.
- [9] Kitiyodom P., Matsumoto T., Kanefusa N.: Influence of reaction piles on the behaviour of a test pile in static load testing. „Canadian Geotechnical Journal”, 41, 2004.
- [10] PN-83/B-02482 Fundamenty budowlane – Nośność pali i fundamentów palowych.
- [11] de Ruiter J., Beringen F. L.: Pile foundations for large North Sea structures. „Maritime Geotechnology”, 3 (3), 1979.
- [12] Sumanta H., Sivakumar B. G. L.: Reliability measures for pile foundations basen cone penetration test data. „Canadian Geotechnical Journal”, 45, 2008.
- [13] White D. J., Bolton M. D.: Comparing CPT and pile base resistance in sand. Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Geotechnical Engineering 158 (2005), GEI: 3-14.
- [14] Yang L., Liang R.: Incorporating set-up into reliability-based design of driven piles in clay. „Canadian Geotechnical Journal”, 43, 2006.
- [15] Zhang L. M., Xu Y., Tang W. H.: Calibration of models for pile settlement analysis using 64 field load tests. „Canadian Geotechnical Journal”, 45, 2008.