



Temat specjalny

PALE I MIKROPALE W BUDOWNICTWIE

tekst: **MARIA SZRUBA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne

Pale znajdują zastosowanie w kolejnych obszarach budownictwa. Lokalizowanie budowli ze względu na urbanistykę, a nie warunki gruntowe oraz wzrost obciążeń przekazywanych przez fundamenty powodują, że wymaganą nośność trzeba zapewnić przez stosowanie odpowiednich technologii – pali lub mikropali.

Coraz częstszymi praktykami budowlanymi są prefabrykacja budynków oraz przyjmowanie skomplikowanych układów statycznych konstrukcji budowlanych. Fundamenty takich obiektów powinny, oprócz zapewnienia stateczności, umożliwiać także równomierne, a do tego najlepiej małe osiadanie budowli. Zwykle te warunki spełniają właśnie fundamenty palowe [1].

Zastosowanie pali w budownictwie

Współcześnie pale stosuje się zasadniczo, aby przekazać obciążenia zewnętrzne na warstwy zalegające w głębi podłoża gruntowego lub w celu polepszenia cech mechanicznych podłoża. Te właściwości zastosowania pali sprawiają, że wykorzystuje się je w niemal każdej gałęzi budownictwa – od budownictwa mieszkaniowego, przez nasypy kolejowe i drogowe na słabym podłożu, po hale przemysłowe, obiekty mostowe czy wreszcie budowle hydrotechniczne. W praktyce budowlanej bowiem pale mają bardzo liczne zastosowania.

Przez swoje podstawy (ostrza lub stopy) przekazują obciążenia z budowli poprzez wodę lub słabe warstwy gruntu na bardzo mocne podłoża. Pale mogą także przekazywać obciążenia na zalegające w głębi podłoża warstwy o dużej miąższości i znacznej nośności; dzieje się to wówczas przez podstawę pala i pobocznice w obrębie warstwy nośnej. Przekazywanie obciążeń na warstwę o dużej miąższości gruntu

i o średniej nośności dokonuje się głównie przez pobocznice pala. Kolejnym zastosowaniem pali jest posadowienie budowli poniżej warstwy gruntu, która może ulec rozmyciu lub zostać w przyszłości usunięta bądź naruszona przy wykonywaniu robót budowlanych. Pale umożliwiają zakotwienie budowli w gruncie przeciw sile wyporu. Mogą też pełnić funkcję osłony budowli mostowych i wodnych przed uderzeniami jednostek i przedmiotów pływających – stosuje się wówczas pale odbojnicowe i wykonuje dalby z pali ukośnych.

Przez układy kozłowe z palami ukośnymi na podłożu przekazywane są duże siły poziome lub ukośne. W celu stabilizacji osuwisk pale doprowadza się do warstwy poniżej osuwiska. Aby zakotwić ściany oporowe, stalowe ściągi utrzymujące ściany przymocowuje się do kozłów z pali ukośnych. Zastosowanie pali pozwala także często zmniejszyć wykopy, a przez to również obszar naruszenia naturalnego stanu terenu, co umożliwi w efekcie ograniczenie robót ziemnych oraz uniknięcie robót odwodnieniowych. Innymi zaletami stosowania pali są uproszczenie fundamentu lub budowli naziemnej, przyspieszenie robót oraz zagęszczenie gruntu niespoistego, przez co zwiększa się jego nośność [1].

Normy dotyczące pali

Ogólne i rozszerzone zasady oraz reguły projektowania geotechnicznego w zakresie m.in. wymagań projektowych,



Jedna maszyna – nieograniczone możliwości!

MAIT jest włoską, rodzinną firmą z ponad 60-cio letnim doświadczeniem działającą z powodzeniem na całym świecie. Zaufali jej już liderzy rynku fundamentowego którzy poznali się na wysokiej jakości, niezawodności oraz serwisie. Dzięki swojej filozofii wypracowali idealne połączenie prostoty i wielofunkcyjności, zachowując przy tym maksymalną efektywność. Flagowy model HR 180 dzięki swojej wielofunkcyjności może wykonywać pale w następujących technologiach: pale wiercone, pale wbijane, pale przemieszczeniowe, CFA, DSM, kolumny żwirowe, jet grouting i ściany szczelinowe. Ponadto w ofercie znajduje się pełna gama narzędzi wiertniczych takich jak świdry, kubły, żerdzie oraz akcesoria jak oscylatory, rury osłonowe, chwytaki hydrauliczne, młoty i wiele więcej. Dostarczając urządzenie marki MAIT jesteśmy pewni satysfakcji Klienta. Zapraszamy do współpracy!

wykonawczych, odbiorowych, sytuacji obliczeniowych, stanów granicznych nośności i użytkowania, w tym przy projektowaniu konstrukcji fundamentów bezpośrednich i palowych, kotwi gruntowych, konstrukcji oporowych i budowli ziemnych, a także w zakresie oceny stateczności ogólnej zostały zawarte w przyjętych przez Polskę normach europejskich PN-EN 1997-1:2008 [2] oraz PN-EN 1997-2:2009 [3].

Postanowienia normy [2] mają zastosowanie do pali stopowych, pali tarciovych lub wyciąganych oraz pali obciążonych siłą poprzeczną, zagłębianych przez wbijanie, wciskanie, wkręcanie lub wiercenie, z iniekcją lub bez. Zawarto w niej także zalecenia odnośnie do stosowania norm przy wykonywaniu pali wierconych – EN 1536, ścianek szczelnych – EN 12063, oraz pali przemieszczeniowych – EN 12699.

Szczegółowe specyfikacje wykonywania różnych rodzajów pali i innych fundamentów specjalnych zostały opracowane przez członków Polskiego Zrzeszenia Wykonawców Fundamentów Specjalnych i udostępnione do pobierania ze strony internetowej Zrzeszenia www.fundamenty.com.pl.

Klasyfikacja i terminologia

Podział i definicje poszczególnych rodzajów pali określają normy PN-EN 14199 [4], PN-EN 1536 [5] i PN-EN 12699 [6]. Zgodnie z normami [5, 6], pale są definiowane jako smukłe elementy konstrukcyjne w gruncie, służące do przenoszenia oddziaływań zewnętrznych. Normy [5, 6] wyróżniają pale przemiesczeniowe, w tym prefabrykowane (betonowe, stalowe, drewniane), formowane w gruncie (z rurą odzyskiwaną lub z rurą pozostawianą) oraz pale wiercone z usuwaniem urobku, które dzielą się na pale z rurą osłonową lub bez, z powiększoną lub iniektowaną podstawą, baretę, formowane świdrem ślimakowym CFA, formowane dwuetapowo.

Natomiast mikropale, zgodnie z normą PN-EN 14199 [4], są definiowane jako pale wiercone o średnicy trzonu do 300 mm oraz przemiesczeniowe (wbijane, wciskane, wwibrowywane lub wkręcane) o średnicy do 150 mm, zawierające element nośny (najczęściej jest to pręt, wiązka prętów, rura lub kształtownik stalowy). Nośność mikropali może być powiększona przez iniekcję pobocznic i podstawy.

Technologie wykonywania pali

Współcześnie w różnych dziedzinach budownictwa stosuje się najczęściej pale gotowe lub wykonywane w gruncie. Pale gotowe, jak sama nazwa wskazuje, są przygotowywane wcześniej, a następnie wprowadza się je w podłoże za pomocą różnych

technik. Pale wbijane można podzielić ze względu na materiał, z którego są wykonane, oraz sposób wprowadzenia w podłoże:

- prefabrykowane żelbetowe pale wbijane cechują się m.in. szybkością wykonania, łatwością dostosowania aktualnej długości do lokalnych warunków gruntowych, umożliwiając dogęszczenie podłoża gruntowego. Z racji swoich licznych zalet znajdują zastosowanie w budownictwie mieszkaniowym, obiektach biurowych, budownictwie przemysłowym, do konstrukcji hal i centrów handlowych, do posadowienia posadzek, podpór mostów, wiaduktów, estakad drogowych, słupów energetycznych itd.;
- pale stalowe, które najczęściej stosuje się w budownictwie hydrotechnicznym, morskim i mostowym. Rury stalowe wbija się młotami wolnospadowymi, spalinowymi, hydraulicznymi bądź wprowadza się przez wwibrowywanie;
- pale Vibro-Fundex, Vibrex, Fundex to pale w pełni przemiesczeniowe, wykonywane w gruncie, bez wydobywania gruntu na powierzchnię. Stalowa rura z uszczelnioną podstawą jest wbijana w tym przypadku za pomocą młota spalinowego lub hydraulicznego. Następnie, po wprowadzeniu zbrojenia, rura jest wypełniana betonem;
- pale typu Franki, które należą do najdłużej wykorzystywanych do fundamentowania głębokiego. W ujęciu klasycznym wbijanie rury stalowej odbywa się za pomocą bijaka wolnospadowego. Obecnie istnieje kilka odmian zmodyfikowanej wersji pali Franki. Kolejną grupę stanowią pale wykonywane bez rur osłonowych. Wyróżnia się wśród nich:
 - pale formowane świdrem ciągłym CFA, które stosuje się m.in. do posadowienia pośredniego obiektów inżynierskich, konstrukcji oporowych, stabilizacji i uszczelnienia gruntu oraz wykonania fundamentów ekranów akustycznych. Najwyższą efektywnością wykazują się w gruntach spoistych twardoplastycznych i niespoistych o wysokim stopniu zagęszczenia;
 - pale Starsol, podobnie jak pale CFA, są wykonywane metodą świdra ciągłego. Dzięki zastosowaniu w nich podwójnej rury rdzeniowej, która umożliwia zanurzenie dolnej części rury na ok. 1 m w betonie, eliminuje się niebezpieczeństwo obwałowań, zmniejsza naruszenie struktury gruntów oraz ogranicza odprężenie gruntu pod podstawą pała;
 - pale PCS Lambda to pale o większej średnicy rury rdzeniowej świdra niż pale CFA. Tę technologię zaleca się, gdy potrzebna jest gruba i pewna otulina zbrojenia oraz gdy wymagana jest pewność doprowadzenia zbrojenia do końca pali, szczególnie w przypadku pali ukośnych ze zbrojeniem;



Pale FRANKI NG pod obiektami S5 Poznań - Wrocław na odcinku Korzeńsko (bez węzła) - węzeł Widawa Wrocław, zadanie 1

Najwięksi budują na palach FRANKI NG

FRANKI POLSKA zajmuje się fundamentowaniem specjalnym i wykonywaniem pali głównie w technologii FRANKI Nowej Generacji.

Pale FRANKI NG należą do żelbetowych pali przemieszczeniowych formowanych w gruncie. Charakteryzują się wysokimi nośnościami (obliczeniowo: 2 – 6 MN) i niewielkimi, równomiernymi osiadaniami. Wykonujemy pale o średnicach 420 mm, 510 mm, 560 mm, 610 mm z możliwością pochylenia w stosunku 4:1.

Ponadto wykonujemy:

- pale typu Atlas,
- pale w rurach stalowych typu BSP,
- kolumny żwirowe, żwirowo-betonowe lub betonowe typu FRANKI.

- pale CFP, SPGO, CSP – pale CFP stanowią połączenie technologii CFA i tradycyjnych pali wierconych. W przypadku pali SPGO i CSP technologia wykonania polega na połączeniu technologii CFA i klasycznych pali wierconych z rurą osłonową na części długości pala. Pracują wówczas dwie niezależnie obracające się głowice – jedna obraca świder ślimakowy, a druga rurę osłonową;
 - pale Soilex, które powstały z połączenia klasycznej technologii pali CFA z metodą wykonania pali z rozszerzoną komorą nad podstawą pala (*Expander body*);
 - mikropale CFA, będące połączeniem tradycyjnej technologii CFA z zabiegami iniekcyjnymi specyficznymi dla mikropali i kotwi gruntowych, wykorzystuje się jako element nośny nowo projektowanej budowli, do wzmocnienia fundamentów istniejących i obiektów zabytkowych oraz zabezpieczenia i obudowy wykopów;
 - pale Omega i CG Omega, przyjazne dla środowiska naturalnego i człowieka, w przypadku których specjalna konstrukcja świdra powoduje pełne przemieszczenie gruntu na boki z dogęszczeniem podłoża w czasie wkręcania i podnoszenia świdra;
 - pale Atlas, wkręcane w grunt z wciskaniem, betonowane na sucho, z pełnym przemieszczaniem gruntu w podstawie i na poboczniczy;
 - pale przemieszczeniowe SDP Bauer BG, FDP, SDP, w przypadku króćcy na rurze rdzeniowej osadzony jest świder o nieco zróżnicowanych proporcjach geometrycznych, napędzany przez różne rodzaje maszyn;
 - pale De Wall, których podstawowe etapy wykonania, betonowania i wprowadzenia zbrojenia są takie same, jak dla całej grupy pali przemieszczeniowych;
 - pale Tubex, wkręcane z iniekcją na poboczniczy pod postawą, które można wykonywać na terenie otwartym oraz w bezpośrednim sąsiedztwie istniejących obiektów i fundamentów.
- Odrębną grupę stanowią pale wiercone wielkośrednicowe, które w zależności od warunków gruntowych oraz możliwości technicznych stosuje się z zastosowaniem następujących rozwiązań technologicznych: pali wierconych bez rur osłonowych, wierconych w zawieszanie bentonitowej lub polimerowej, wierconych w rurze osłonowej wwibrowywanej, wierconych w rurze osłonowej.

W przypadku wykonywania pali wierconych z wydobywaniem gruntu towarzyszy temu zawsze pewne odprężenie podłoża, zmiana stanu naprężeń pionowych i poziomych, a w konsekwencji rozluźnienie gruntu. Jedną z metod zmniejszenia osiadań i zwiększenia nośności pod i wokół pala jest wykonanie iniekcji – metodą

sztywnej komory iniekcyjnej (np. pod silnie obciążone obiekty przemysłowe i mostowe), iniekcji bezpośredniej bezkomorowej (głównie do posadowień obiektów typu mostowego) lub elastycznej komory z geotkaniny (do posadowień obiektów mostowych, dla pali posadowionych w gruntach niespoistych i spoistych) [7].

Podstawy wyboru technologii palowania

Zasady wyboru rodzaju pali, łącznie z rodzajem materiału, z którego pal ma być wykonany, oraz metody wykonania pali zawarto w [2]. Norma przewiduje uwzględnienie w tym zakresie następujących kwestii:

- warunków gruntowych i wodnych w terenie, a także obecności albo możliwości występowania przeszkód w podłożu;
- naprężenia wywołanego w palach podczas ich zagłębiania;
- możliwości zapewnienia i sprawdzenia ciągłości wykonywanego pala;
- wpływu metody i kolejności wykonywania pali na pale wcześniej wykonane oraz na sąsiednie konstrukcje i instalacje;
- tolerancji wymiarowych, które można zapewnić podczas wykonywania pali;
- szkodliwego oddziaływania chemikaliów w gruncie;
- możliwości połączenia różnych warstw wodonośnych;
- przenoszenia i transportu pali;
- wpływu wykonania pali na sąsiednie budynki.

Oprócz wymienionych czynników w normie [2] zaleca się także zwrócenie uwagi na szereg dodatkowych zagadnień. Należą do nich m.in. rozstaw pali w grupach, rodzaj stosowanego młota lub wibratora czy naprężenia dynamiczne w palach podczas wbijania.

Literatura

- [1] Jarominiak A., Kłosiński B., Grzegorzewicz K., Cielenkiewicz T.: *Pale i fundamenty palowe*. Arkady. Warszawa 1976.
- [2] PN-EN 1997-1:2008. Eurokod 7 *Projektowanie geotechniczne*. Cz. 1. *Zasady ogólne*.
- [3] PN-EN 1997-2:2009. Eurokod 7 *Projektowanie geotechniczne*. Cz. 2. *Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego*.
- [4] PN-EN 14199:2015-07 *Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych*. Mikropale.
- [5] PN-EN 1536+A1:2015-08 *Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych*. Pale wiercone.
- [6] PN-EN 12699:2015-06 *Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych*. Pale przemieszczeniowe.
- [7] Gwizdała K.: *Fundamenty palowe. Technologie i obliczenia*. PWN. Warszawa 2010.



DYSTRYBUTOR OPROGRAMOWANIA GEOTECHNICZNEGO GEO5

MMGEO to biuro projektów oraz wyłączny dystrybutor w Polsce oprogramowania GEO5 – zintegrowanego pakietu programów do wszechstronnej analizy różnorodnych zagadnień geotechnicznych, wykorzystujących zarówno metody analityczne jak i MES. Programy dostępne są osobno lub w postaci funkcjonalnego pakietu.

Programy GEO5 umożliwiają analizę i projektowanie, m.in. stateczności zboczy, obudów głębokich wykopów, posadowienia bezpośredniego i pośredniego, konstrukcji oporowych, nasypów, itp. Zastosowanie MES pozwala także na analizę bardziej zaawansowanych zagadnień inżynierskich, tj. tunele, zapory wodne, konsolidacja czy przepływ wody. Programy GEO5 posiadają niezwykle intuicyjne środowisko pracy, np. umożliwiają prostą wymianę danych przez schowek, import danych w formatach dxf, txt, xlxs, proste generowanie graficznych i tekstowych raportów z obliczeń, zawierają wbudowaną pomoc kontekstową, bazę gruntów i norm oraz wiele innych udogodnień.

W pakiecie GEO5 dostępne są następujące programy do projektowania pali: Pal, Pal CPT, Grupa pali oraz MES.



10 LAT
DOŚWIADCZENIA

PILETEST

TRUDNE REALIZACJE TO NASZA SPECJALNOŚĆ!

KOMPLEKSOWE PROGRAMY BADAŃ
FUNDAMENTÓW GŁĘBOKICH

PODWODNE POMIARY PRZEMIESZCZEŃ
PRZY UŻYCIU CZUJNIKÓW STRUNOWYCH **NOWOŚĆ!**

PRÓBNE OBCIĄŻENIA STATYCZNE
Z ZASTOSOWANIEM INSTRUMENTÓW:

- ! EKSTENSOMETRÓW
- ! TENSOMETRÓW
- ! ŚWIATŁOWODÓW **NOWOŚĆ!**

PRÓBNE OBCIĄŻENIA DYNAMICZNE
PALI WBIJANYCH I WIERCONYCH

BADANIA CIĄGŁOŚCI PALI METODAMI:
! PILE INTEGRITY TESTING
! CROSS-HOLE SONIC LOGGING
! THERMAL INTEGRITY PROFILER **NOWOŚĆ!**

GŁÓWNY WYKONAWCA
BADAŃ PALI

NA BUDOWIE DROGI S5 POZNAŃ - WROCŁAW
ODCINEK KORZEŃSKO
- WĘZEL WIDAWA WROCŁAW
ZADANIA 1 - 3

NIEZALEŻNI
SPECJALIŚCI



PILETEST SP. Z O.O.
UL. WARSZAWSKA 153/123, 43-300 BIELSKO-BIAŁA
TEL. +48 33 822 22 88, FAX +48 33 822 22 46

WWW.PILETEST.PL



Coraz częściej do lokalizacji obiektów budowlanych wykorzystuje się tereny z niekorzystnymi uwarunkowaniami hydrogeologicznymi. Posadowienie obiektów wymaga zastosowania fundamentów specjalnych, w tym fundamentów palowych. Dostęp do różnorodnych technologii pozwala na zastosowanie różnych rozwiązań projektowych i sprzyja wyborowi jak najkorzystniejszego rodzaju pali i technologii ich wykonania. Wybór optymalnego rozwiązania powinien uwzględniać wiele różnych kryteriów: technicznych, ekonomicznych, środowiskowych oraz innych. W jaki sposób wybór odpowiedniego sprzętu może wpłynąć na wydajność pracy?



Dariusz Mazur,
właściciel KDM Dariusz Mazur

Przy doborze odpowiedniego sprzętu bierzemy pod uwagę kilka aspektów, aspekt techniczny może się wydawać wiodący, ale nie mniej istotne są aspekty ekonomiczny i środowiskowy. Na pierwszym planie powinniśmy stawiać kwestię braku uciążliwości wykonywanych prac dla

ludzi, niestety jest ona jednak często pomijana, a tymczasem przy nowoczesnych technologiach dość prosta do wdrożenia. Ignorowanie tego problemu może prowadzić do problemów, które w efekcie wpłyną bardzo niekorzystnie na aspekt ekonomiczno-finansowy naszego zadania oraz na wydłużenie czasu, a tym samym obniżenie wydajności pracy.

W wielu przypadkach sprawdza się zamiana wbijania kafarowego na wwibrowywanie lub wwibrowywanie ze zmiennym momentem w połączeniu z pełnym monitoringiem drgań. Idąc dalej, obecne technologie potrafią do minimum zredukować uciążliwość środowiskową – techniki wciskania statycznego lub wiercenia bezurobkowych.

Obecnie nie ma ani sprzętu, ani technik uniwersalnych. Świadczy o tym cała gama różnorodnego sprzętu stosowanego przez wykonawców oraz bardzo duża liczba technik i technologii. W dzisiejszych czasach do każdego zagadnienia podchodzi się indywidualnie i za każdym razem dobiera się optymalny sprzęt i technologię. Ciągłe prześciganie się producentów sprzętu w optymalizowaniu parametrów pracy urządzeń i stosowanie

coraz bardziej innowacyjnych rozwiązań w tych urządzeniach poprawia jakość i tempo wykonanych prac. Złożone zagadnienia doboru sprzętu dość często decydują o powodzeniu w wygranu przetargu i uzyskaniu zlecenia na wykonanie zadania. Przy dużych inwestycjach częstą praktyką staje się budowa maszyny pod zadanie.

Jeszcze raz należy podkreślić, że nie ma złych maszyn lub złych budow, czasami zdarzają się tylko źle dobrane technologie lub nieumiejętnie dobrane maszyny. Z mojego doświadczenia pozwolę sobie na podsumowanie, że zawsze przy odrobinie dobrej woli i wyobraźni możemy znaleźć optymalne rozwiązanie i w efekcie zagwarantować bezpieczeństwo, wydajność, terminowość, słowem – profesjonalizm.



Firma „NOVOTECH” ZBIGNIEW PARKA jest specjalistyczną firmą wykonawczo – projektową działającą na rynku od 1995 r., świadczącą usługi z zakresu geotechniki i geologii na terenie całego kraju.

Zakres działalności: mikropale iniekcyjne wiercone o średnicy wiercenia od 135 mm do 300 mm, mikropale wciskane „SYSTEMU NOVOTECH”, iniekcja wysokociśnieniowa jet – grouting, wzmacnianie podłoża gruntowego iniekcją cementacyjną, zabezpieczanie wykopów budowlanych, wzmacnianie istniejących fundamentów, pionowanie wież telekomunikacyjnych. Kompleksowe usługi z zakresu projektowania geoinżynierskiego na każdym etapie inwestycji. Statyczne oraz dynamiczne badania nośności pali. Dokumentacje geologiczno – inżynierskie, projekty geotechniczne.

Więcej informacji dostępnych jest na naszej stronie internetowej www.novotech.com.pl.
Zapraszamy do współpracy.



Rok założenia 1990

ZAKŁAD INŻYNIERYJNY
GEOREM
www.georem.pl

SPECJALIZUJEMY SIĘ W WYKONAWSTWIE ROBÓT Z ZAKRESU:

- oceny geotechnicznej stanu podłoża budowlanego
- kolumn "jet grouting"
- stabilizacji skarp i osuwisk metodami iniekcyjnymi
- palowania i mikropalowania fundamentów budowli
- kotew i gwoździ gruntowych
- likwidacji pustek po eksploatacji górniczej

POSIADAMY SPECJALISTYCZNY SPRZĘT INKLINOMETRYCZNY DO MONITORINGU GEOTECHNICZNEGO OSUWISK I STATECZNOŚCI SKARP.



41-100 Sosnowiec, ul. Mikołajczyka 59a • tel./fax 32 266 20 26-27 • e-mail: georem@georem.pl



62. Konferencja Naukowa 11-16 września 2016

Tematyka części ogólnej:
Budownictwo prefabrykowane w Polsce - stan i perspektywy

ORGANIZATORZY

Komitet Inżynierii Lądowej i Wodnej
Polskiej Akademii Nauk

Komitet Nauki Polskiego Związku
Inżynierów i Techników Budownictwa

Wydział Budownictwa,
Architektury i Inżynierii Środowiska
Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego
w Bydgoszczy

KONTAKT

Wydział Budownictwa,
Architektury i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
w Bydgoszczy

Al. prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz
tel. Sekretariat WBAiŚ: 52 340-85-00
tel. Sekretariat Konferencji: 52 340-85-00
fax: 52 340-80-55
e-mail: bydgoszcz.krynica@utp.edu.pl

www.bydgoszcz.krynica.utp.edu.pl

Posadowienie obiektów na fundamentach palowych wymaga szerokiej wiedzy na temat nowoczesnych metod wykonywania pali, metod obliczeń i projektowania. Czy w polskich realiach wszystkie te aspekty są uwzględniane w praktyce inżynierskiej?



Prof. dr hab. inż. WOJCIECH RADOMSKI,
emerytowany profesor zwyczajny
Politechnik Warszawskiej i Łódzkiej

Według mojej wiedzy w Polsce dysponujemy już nowoczesnymi technologiami wykonywania fundamentów palowych, i to różnego rodzaju. Mamy wiele firm wyspecjalizowanych w tym obszarze. Podjęcie decyzji o wyborze rodzaju fundamentowania danego obiektu mostowego (do nich ograniczam swoją wypowiedź) – np. bezpośredniego czy na palach, a jeśli na palach, to jakich – wymaga w każdym przypadku bardzo dobrego rozeznania warunków gruntowych oraz analizy ekonomicznej. Kładę szczególny nacisk na ten pierwszy czynnik, bo od niego właśnie niemal wszystko w fundamentowaniu zależy. Rozpoznanie geotechniczne powinno być szczególnie wnikliwe. I tu mamy do czynienia z różnymi sytuacjami, obok

przykładów pozytywnych można jeszcze wskazać i takie, gdy fundamenty palowe są projektowane przy niedostatecznie dokładnej znajomości warunków gruntowych, co prowadzi zwykle do niepożądanych następstw (np. zbyt dużych osiadań lub zaniżonej nośności pali). Na szczęście, nie są to przypadki częste, ale warto pamiętać, że się zdarzają, bo na błędach można się wiele nauczyć. Analiza ekonomiczna zawsze powinna wynikać z przesłanek technicznych. Tu decydować może aktualny układ cen, co jest szczególnie ważne dla projektantów i wykonawców. Rzadko już, ale występują jeszcze przypadki pewnego, nie zawsze uzasadnionego stosowania fundamentów palowych, co jest zwykle następstwem owego układu cen, preferującego – przynajmniej do niedawna – posadawianie podpór mostowych na palach. Generalnie jednak uważam, że fundamentowanie na palach ma się w Polsce dobrze – jest wyspecjalizowana kadra projektantów i wykonawców. A geotechnika (także w zastosowaniu do pali) ma swój urok, bo w niej prawie nigdy nie jest tak samo i dlatego stale wymaga twórczego myślenia.



Prof. dr hab. inż. KAZIMIERZ GWIZDAŁA,
Politechnika Gdańska

Projektowanie fundamentów palowych prawie zawsze jest realizowane w złożonych i skomplikowanych warunkach gruntowych. Rozwój techniki oraz możliwości wprowadzenia do technik palowania nowych maszyn i technologii znacząco przyczyniły się do rozwoju współczesnych posadowień fundamentów głębokich. Obecnie w Polsce realizowane są fundamenty palowe w zakresie od mikropali do pali wielkośrednicowych, w bardzo różnych technologiach. Stwarza to racjonalne możliwości przenoszenia znacznych obciążeń pionowych i poziomych w obszarach budownictwa mostowego, przemysłowego, hydrotechnicznego, morskiego, mieszkaniowego. Nowe wyzwania dotyczące oddziaływań na konstrukcje inżynierskie muszą być bezpośrednio skorelowane z metodami analizy statycznej i projektowaniem. W Polsce realizowane są fundamenty palowe z zastosowaniem najnowszych technologii wykorzystywanych w Europie. Brakuje jednak polskich firm, które mogłyby wykonywać bardzo poważne obiekty jako generalny wykonawca.

Analizy obliczeniowe, ocena statyczna nośności i przemieszczeń mogą być stosowane na najwyższym poziomie światowym. Należy jednak zapytać, czy zawsze w praktyce inżynierskiej wykorzystujemy potencjalne możliwości zaawansowanych metod obliczeniowych. W dużej mierze zbyt skromny jest zakres badań parametrów geotechnicznych pozwalających na wiarygodne obliczenia, np. z zastosowaniem MES oraz wykorzystaniem zaawansowanych modeli podłoża gruntowego. Obliczenia takie wymagają nie tylko odpowiedniego warsztatu, ale również dużego doświadczenia i wycucia inżynierskiego. Pewnym podsumowaniem europejskiego poziomu w zakresie fundamentów palowych są materiały Sympozjum Międzynarodowego, które odbyło się 28–29 kwietnia 2016 r. w belgijskim Leuven. Generalnie można stwierdzić, że wiele aspektów nowoczesnego wykonawstwa i metod obliczeniowych jest realizowanych w Polsce. W najbliższej przyszłości należy jednak wdrożyć na szerszą skalę badania miarodajnych parametrów geotechnicznych, aby możliwe stało się stosowanie w praktyce inżynierskiej zaawansowanych metod szeroko rozumianego projektowania geotechnicznego w połączeniu z projektowaniem konstrukcyjnym.



Dr inż. BOLESŁAW KŁOSIŃSKI,
Zakład Geotechniki i Fundamentowania,
Instytut Badawczy Dróg i Mostów

I tak, i nie! Różni bywają inwestorzy i projektanci, różni też są wykonawcy. Jedni mają wiedzę i doświadczenie, umieją dobrać odpowiednie konstrukcje i technologie, innym nie bardzo się udaje. Fatalna jest zasada wyboru najtańszej oferty!

Podstawą wszelkich decyzji jest rozpoznanie i ocena podłoża, bo od ich jakości zależą dalsze decyzje. W geotechnice nie ma możliwości pełnego rozpoznania warunków, dlatego nie warto oszczędzać na badaniach, aby ograniczyć tzw. ryzyko gruntowe. Za badania trzeba zapłacić, ale koszt jest dużo mniejszy, gdy poprzedzają one projekt, a nie służą szukaniu środków naprawczych. Kluczowy jest właściwy wybór rozwiązań: konstrukcji posadowienia, rodzaju pali dostosowanego do warunków, metody budowy. Wymaga to specjalnych cech intelektualnych. Zespoły konstruktorów często korzystają ze wsparcia ekspertów geotechników, podpowiadających dobre rozwiązania i ostrzegających przed wpadkami.

Obliczenia, choć ważne, mają mniejsze znaczenie. Projektowanie utrudnia to, że norma palowa PN-B-02482:1983 jest już przestarzała, a Eurokod 7 zbyt ogólny, by wystarczył projektantom. Pomocna jest literatura techniczna i programy komputerowe.

Duże firmy wykonawcze mają własne zespoły projektowe, dysponujące wielkim doświadczeniem, ulepszające rozwiązania. Najlepsze projekty powstają w formule zaprojektuj i zbuduj, gdyż są one dostosowane do możliwości wykonawcy. Błędem warunków przetargów jest wyłączenie rozwiązań alternatywnych, które mogą być bardziej efektywne.

Fundamenty palowe są kosztowne, ale zwykle bezpieczne. Często bywają przewymiarowane, bo to nie kosztuje projektanta, a inwestor nad tym nie panuje (lub mu mało zależy, nie chce mieć kłopotów). Rzadko korzysta się ze wstępnych badań nośności pali.

W ostatniej dekadzie technika palowania bardzo się rozwinęła. Dostępne są praktycznie wszystkie znane technologie. Dobrzy wykonawcy stosują nowoczesne systemy kontroli robót, dbając o niezawodność fundamentów. A awarie są nieliczne.



Mgr inż. PIOTR RYCHLEWSKI,
kierownik Pracowni Inżynierii
Geotechnicznej, Instytut Badawczy Dróg
i Mostów

W zakresie palowania dysponujemy dużym potencjałem i bogatymi doświadczeniami. Patrząc historycznie, ostatnie ćwierćwiecze to rozwój dostępnych metod palowania, lata 70.

XX w. to wdrożenie pali wielkośrednicowych zamiast kesonów, a możemy cofnąć się jeszcze wcześniej – do ponad stuletnich żelbetonowych pali wbijanych. Techniki wykonywania pali są ciągle ulepszone. Bogaty wybór sprawia, że możliwe są rozwiązania do każdego rodzaju warunków gruntowych. Te możliwości sprawiają, że w sposób twórczy obalane są pewne aksjomaty czy przyzwyczajenia projektowe.

Również w projektowaniu dostępne są różne metody. W obszarach, dla których została stworzona, dobrze radzi sobie stara norma palowa. Coraz częściej stosowane są sondowania statyczne, na podstawie których bezpośrednio oblicza się nośność pali. Mocno już spowszedniały statyczne obciążenia pali, które

są najbardziej miarodajną metodą określania zachowania się pala pod obciążeniem. A dzisiaj nikogo już nie dziwi przeprowadzanie takich badań na etapie projektowym. Badania dynamiczne, wykonywane na różnych rodzajach pali, przyspieszają prace i jednocześnie pokazują ich przydatność także w obszarach poza palami prefabrykowanymi.

Takie możliwości sprawiają, że możemy stosować pale w coraz trudniejszych warunkach gruntowych. Niesie to za sobą nowe zagadnienia. Zdarzają się grunty o specyficznych właściwościach, znane są przykłady podpór mostowych, których obydwie połowy znajdują się w odmiennych warunkach gruntowych. Spotyka się bardzo lokalne anomalie gruntowe, które wymykają się standardowym metodom badania i projektowania posadowień. W takich sytuacjach wyzwaniem staje się zdefiniowanie i zarządzanie ryzykiem gruntowym. Siłą przyzwyczajenia obarczany jest tym problemem wykonawca palowania, ale wydaje się, że zagadnienie to powinno być uregulowane systemowo. W innych krajach jest różnie, począwszy od uregulowań kontraktowych czy ubezpieczeniowych, aż do poglądu, że grunt jest materiałem budowlanym dostarczanym przez inwestora.



ZAMÓW JUŻ DZIŚ

FUNDAMENTY PALOWE
tom 1
Technologie i obliczenia

Prof. dr hab. inż. KAZIMIERZ GWIZDAŁA

Wydanie: drugie

Miejsce i data wydania:

Warszawa 2016

Wydawca: Wydawnictwo
Naukowe PWN

Oprawa miękka, 300 s.

ISBN 978-83-01165-7-3-4

Sprzedaż: tel.: 42 680 44 88

www.ksiegarnia.pwn.pl

NBI
poleca

Posadowienia fundamentów palowych realizowane są najczęściej w bardzo trudnych warunkach gruntowych. Coraz trudniejsza jest więc ocena nośności oraz optymalizacja tychże fundamentów. Jakie nowe metody badań stosuje się dzisiaj w celu projektowania oraz prawidłowej optymalizacji głębokich fundamentów?



Posadowienia fundament w palowych realizowane są najczęściej w trudnych warunkach gruntowych. Jakie oszacowania stosuje się we współczesnych obliczeniach i projektowaniu fundamentów palowych?



Mgr inż. ANDRZEJ KRUCZEK,
dyrektor operacyjny Piletest Sp. z o.o.

Dzisiejszy rynek fundamentów specjalnych oczekuje od wykonawców najlepszych rozwiązań technicznych za najniższą cenę przy użyciu najwyższych standardów oraz z zastosowaniem możliwie najwyższych współczynników bezpieczeństwa. Tak postawiony problem jest nie lada wyzwaniem zarówno dla projektantów, jak i menedżerów kontraktów. Z pomocą przychodzą nowe metody badań na czele ze zinstrumentalizowanymi próbnymi obciążeniami statycznymi. Obciążenia te na pierwszy rzut oka niewiele różnią się od klasycznego badania, ale najważniejsze jest to, czego *de facto* nie widać. W trakcie badania za pomocą ekstensometrów umieszczanych w palu rejestruje się odkształcenia podłużne trzonu pala. Czujniki strunowe mierzą skrócenia trzonu na danych głębokościach w trakcie trwania kolejnych stopni obciążenia. W rezultacie tak przeprowadzonych badań możliwe jest oszacowanie wartości oporów tarcia gruntu na pobocznicę i pod postawą pala. Takie podejście do zagadnienia jest więc idealnym narzędziem do projektowania i optymalizacji fundamentów, pozwalającym zaoszczędzić czas i środki, które w innym przypadku byłyby użyte np. do wykonania kilku pali o różnych długościach, ich obciążeniu, a następnie porównaniu ze sobą osiągniętych wyników badań. W ten sposób również eliminujemy niepotrzebne ryzyko związane ze zbyt optymistycznym projektowaniem fundamentów i ewentualnymi późniejszymi przestojami kontraktu, związanymi np. z problemem braku nośności pali. Warto podkreślić, że Piletest Sp. z o.o. jest bardzo dobrze przygotowany do tego typu rozwiązań, posiada wieloletnie doświadczenie i od kilku lat systematycznie zwiększa liczbę wykonywanych próbnych obciążeń statycznych przy użyciu ekstensometrów. Więcej na temat nowych metod pomiarowych znajdą Państwo na www.piletest.pl, zapraszamy do współpracy.



Dr inż. GRZEGORZ KACPRZAK,
Politechnika Warszawska

Obecnie do projektowania pali najczęściej wykorzystuje się wytyczne Eurokodu 7, który kładzie duży nacisk na określenie nośności pala na podstawie wyników terenowych badań próbnych (badania statyczne i dynamiczne) jeszcze na etapie projektowania, w odróżnieniu od dotychczasowego podejścia traktującego obciążenia próbne jedynie jako element sprawdzający. Wskazuje również możliwość wykorzystywania innych narzędzi w zakresie projektowania fundamentów palowych, rozszerzając do tej pory stosowane metody obliczeniowe. Oprócz metody opisanej w polskiej normie palowej, bazującej na typowych oporach jednostkowych gruntu wzdłuż pobocznicę i pod postawą pala, zestawionych tabelarycznie w zależności od parametrów wiodących podłoża budowlanego, Eurokod przedstawia bezpośrednią metodę szacowania nośności pala na podstawie coraz powszechniej wykonywanych badań sondą CPT czy presjometrem Menarda. Swoimi zapisami Eurokod dodatkowo wprowadza możliwość projektowania pali za pomocą innych znanych metod, np. LCPC. Oprócz metod analitycznych Eurokod wskazuje na dużą przydatność metod numerycznych, modelujących zachowanie ośrodka gruntowego za pomocą różnych modeli matematycznych, najczęściej Coulomba-Mohra czy HSs (*Hardening Soil model with small stiffness*). Niestety, dużym problemem przy stosowaniu tych modeli, w zależności od sytuacji obliczeniowej (warunki pracy z drenażem lub bez niego), jest wykorzystywanie odpowiednich parametrów lub wręcz ich wyznaczenie. Stąd uzasadnione wydaje się stanowisko Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa o wykonywaniu obliczeń, w tym nośności pali, na etapie sporządzania projektu geotechnicznego przez osoby posiadające uprawnienia do projektowania z rozszerzeniem o wiedzę geotechniczną.



ZAMÓW JUŻ DZIŚ

**FUNDAMENTY PALOWE
tom 2
Badania i zastosowania**

Prof. dr hab. inż. KAZIMIERZ GWIZDAŁA

Wydanie: pierwsze

Miejsce i data wydania:

Warszawa 2016

Wydawca: Wydawnictwo

Naukowe PWN

Oprawa miękka, 200 s.

ISBN 978-83-01164-85-0

Sprzedaż: tel.: 42 680 44 88

www.ksiegarnia.pwn.pl

NBI
poleca

ORGANIZATOR



Stowarzyszenie Producentów Cementu
Polish Cement Association

PATRONAT MEDIALNY



www.bta-czasopismo.pl

DNI BETONU 2016

10-12 października 2016
Hotel Gołębiowski w Wiśle

więcej informacji: www.dnibetonu.pl

PARTNERZY PROGRAMOWI



SPONSORZY



AMMANN



CONTROLS POLSKA

JUNJIN Polska

Tab. 1. Wykonawcy (informacje umieszczone na podstawie danych przesłanych w ankietach)

Logo firmy	Nazwa i adres firmy	Adres strony WWW	Metoda wykonywania pali
	Franki Polska Sp. z o.o. ul. Jasnogórska 44 31-358 Kraków	www.frankipolska.pl	Pale Franki NG, pale typu Atlas, pale w rurach stalowych typu BSP, kolumny żwirowe, żwirowo-betonowe lub betonowe typu Franki
	Zakład Inżynieryjny Georem Sp. z o.o. ul. Mikołajczyka 59a 41-200 Sosnowiec	www.georem.pl	Palowanie i mikropalowanie fundamentów budowli w technologii iniekcji strumieniowej jet grouting, kotwy i gwoździe gruntowe, iniekcja podstaw pali żelbetowych
	Keller Polska Sp. z o.o. ul. Poznańska 172 05-850 Ożarów Mazowiecki	www.keller.com.pl	Pale wiercone CFA, barety, pale przemieszczeniowe SDP i VDP, kolumny jet grouting, DSM, FSS i CSC, mikropale systemowe (Gonar, DSI, SAS, Titan) i Mesi
	Menard Polska Sp. z o.o. ul. J. Kochanowskiego 49a 01-864 Warszawa	www.menard.pl	Kolumny CMC, kolumny BMC, kolumny podatne MSC, kolumny betonowe CFA, kolumny jet grouting, kolumny DSM, kolumny żwirowe SC, mikropale
	Novotech Zbigniew Parka ul. Korfanteo 20 53-021 Wrocław	www.novotech.com.pl	Mikropale iniekcyjne wiercone i wciskane, jet grouting, iniekcja niskociśnieniowa
	Segar Sp. z o.o. ul. Graniczna 45 96-321 Słubica A	www.segar.pl	Pale wiercone: tradycyjne, CFA, mikropale; pale wwibrowywane: stalowe z profili otwartych i zamkniętych, drewniane; pale szalunkowe (grodzice): wwibrowywane i wciskane
	Soletanche Polska Sp. z o.o. ul. J. Kochanowskiego 49a, 01-864 Warszawa	www.soletanche.pl	Pale wiercone CFA, wielkośrednicowe w zawiesznie bentonitowej, pale przemieszczeniowe Screwsol, pale wbijane
	Soley Sp. z o.o. ul. Przemysłowa 33, 32 - 083 Balice k. Krakowa	www.soley.pl	Pale DFF, CFA i FDP, kolumny DSM, jet grouting, mikropale, gwoździe i kotwy gruntowe, ściany CDMM
	Chrobok Zakład Robót Inżynieryjnych Henryk Chrobok i Hubert Chrobok Sp. j. ul. Gościńska 101 43-220 Bojszowy Nowe	www.firma-chrobok.pl	Iniekcja strumieniowa jet grouting, pale przemieszczeniowe FDP, pale CFA, Vibro, Vibrex, kolumny DSM, mikropale

Tab. 2. Dostawcy (informacje umieszczone na podstawie danych przesłanych w ankietach)

Logo firmy	Nazwa i adres firmy	Adres strony WWW	Sprzęt, materiały lub usługi do wykonania pali
	Am-Tech Engineering ul. Czeremchowa 5 40-750 Katowice	www.am-tec.pl	Autoryzowany przedstawiciel firmy Movax, producenta wibromłotów do grodziec, profili, rur i pali, świerdów teleskopowych i kafarów montowanych na wysięgnikach koparek, oraz firmy Allpacks, producenta wibromłotów montowanych na dźwigach oraz agregatów hydraulicznych zasilających wibromłoty
	Amago Sp. z o.o. Cholerzyn 383 32-060 Liszki	www.amago.pl	Oferuje urządzenia wiertnicze marki Mait do wykonywania robót fundamentowych, pompy do betonu Mecbo, wibromłoty PTC oraz kotwiarki Fraste
	KDM Dariusz Mazur ul. Kolejowa 16 05-816 Michałowice	www.kdm.net.pl	Sprzedaż i wynajem maszyn do pali wbijanych, wciskanych i wwibrowywanych, pali FDP i CFA, kolumn, grodziec, wzmacniania gruntu, drenażu, wibroflotacji
	Liebherr-Polska Sp. z o.o. ul. Hansa Liebherra 8 41-710 Ruda Śląska	www.liebherr.pl	Oferuje wiertnice obrotowe LB 16, 20, 24, 28, 36, 44, palownice LRB 125, 355, palownice LRH 100, 400, 600
	Mmgeo ul. Relaksowa 33/110 02-796 Warszawa	www.finesoftware.pl	Dostawca oprogramowania GEO5 do projektowania pali (nośność pionowa i pozioma, osiadania i wymiarowanie), w ofercie dostępne są programy: Pal, Pal CPT, Grupa pali
	Piletest Sp. z o.o. ul. Warszawska 153/123 43-300 Bielsko-Biała	www.piletest.pl	Wykonuje specjalistyczne badania fundamentów głębokich – próbne obciążenia statyczne, dynamiczne oraz badania jakości pali
	Serafin PUH Andrzej Serafin ul. Widokowa 1 32-088 Przybysławice	www.serafin-maszyny.com	Dystrybutor wysokiej klasy osprzętu wiertniczego do wykonania każdego rodzaju odwiertu, m.in. firm SPD, BSP, Digga
	SSAB Poland Sp. z o.o. ul. Kolejowa 15 55-020 Żórawina	www.ssab.com/infra	Oferuje pale stalowe, spawane wzdłużnie i spiralnie, wykonane z taśmy gorącowalcowanej, z gatunków stali do S550J2H, zgodne z normą EN10219, produkowane w Finlandii
	Titan Polska Sp. z o.o. ul. Miłkowskiego 3/801 30-349 Kraków	www.titan.com.pl	Producent systemu Titan do wykonywania samowierzących iniekcyjnych mikropali, mikropali kotwiących (kotwi) oraz gwoździ gruntowych