



Temat specjalny

Pale i mikropale

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



Posadowienia głębokie w budownictwie należą obecnie do powszechnie stosowanych praktyk. Coraz więcej inwestycji wymaga przekazania obciążeń zewnętrznych na warstwy zalegające w głębi podłoża gruntowego lub polepszenia jego cech mechanicznych. Inżynierowie mają do dyspozycji szeroki zakres pali, co zawdzięczają transferowi nowych technologii oraz aktualnym możliwościom sprzętowym.



foto: Mr Twister, Adobe Stock

Pale można systematyzować według różnych kryteriów, np. ze względu na sposób przekazywania obciążeń na grunt. Innymi kryteriami podziału są rodzaj obciążenia pali, sposób oraz materiał, z których zostały wykonane, kształt przekroju. Ze względu na zastosowanie pale dzielą się na konstrukcyjne lub zagęszczające [1].

Zgodnie z definicją zawartą w normach PN-EN 1536 [2] i PN-EN 12699 [3], pale to smukłe elementy konstrukcyjne w gruncie, służące do przenoszenia oddziaływań zewnętrznych. Normy [2, 3] wyróżniają pale przemieszczeniowe, 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, barety, formowane świdrem ślimakowym CFA, formowane dwuetapowo.

Pojawienie się pali wierconych stanowiło przełom. Można było nimi zastąpić np. kesony i znacznie łatwiej wykonywać fundamenty w rzekach. Pale wiercone wykorzystuje się m.in., gdy nie ma możliwości wbijania pali, gdy potrzebne są pale o różnej, zmiennej długości, roboty wykonywane są w agresywnym środowisku lub wykluczają wstrząsy i hałas. Z kolei pale przemieszczeniowe stosuje się najczęściej w gruntach plastycznych, spoistych twardeplastycznych oraz niespoistych mineralnych średniozagęszczonych. Technologia sprawdza się również w terenach zabudowanych z uwagi na brak wibracji. Pale przemieszczeniowe stanowią alternatywę dla wymiany gruntu przy głębokościach powyżej 5 m [4].

Mikropale

W normie [5] wyróżnia się mikropale wiercone o średnicy trzonu do 300 mm oraz przemieszczeniowe (wbijane, wciskane, wwbrowywane lub wkręcane) o średnicy do 150 mm. Zgodnie z normą, mikropale powinny zawierać element nośny (najczęściej jest to pręt, wiązka prętów, rura lub kształtownik stalowy), a ich nośność może być powiększona przez iniekcję pobocznic i podstawy. W praktyce stosuje się szczegółowe klasyfikacje metod wykonania mikropali, które zwykle mają średnicę 100–180 mm, rzadziej 250–300 mm. Typowe mikropale mają od 6 do 15 m długości. Stosuje się je do przenoszenia sił osiowych wciskających i wyciągających, głównie przy wzmacnianiu fundamentów i budowli, w specjalnych przypadkach do posadawienia nowych obiektów. Otwory można przewiercać przez konstrukcje lub mogą być usytuowane obok – wtedy pale łączy się z konstrukcją dodatkową ławą lub ocepem. Mikropale pracujące na zginanie i ścinanie wykorzystuje się także do stabilizacji osuwisk, formowania obudów wykopów itp. W przypadku mikropali wierconych dzięki dostępnym urządzeniom wiercenie otworów jest możliwe w praktycznie każdych warunkach podłoża, nawet o bardzo dużym pochyleniu lub poziomo. Mikropale przemieszczeniowe są w kraju stosowane rzadziej [6].

Projektowanie pali i mikropali

Sposoby liczbowego określania nośności geotechnicznej projektowanych pali wyróżniono w Eurokodzie 7 [7]. Podano trzy metody wykorzystujące w sposób bezpośredni lub pośredni wyniki badań gruntu lub nośności pali określonej metodą statyczną lub (i) dynamiczną. Pierwszą metodą wymienioną w [7]



fol. AlexanderGordeev, Adobe Stock

Wybrane metody wykonywania pali [4]

Pale wbijane

pale Franki

W ujęciu klasycznym rura stalowa jest wbijana za pomocą młota wolnospadowego. Pal jest wbijany na wymaganą rzędną, następnie formuje się podstawę pala i wstawia zbrojenie. Kolejny etap to układanie mieszanki betonowej zagęszczanej młotem z podciąganiem rury obsadowej i wykonanie całego pala ze zbrojeniem. Obecnie istnieje kilka odmian zmodyfikowanej wersji pali Franki.

pale Vibro-Fundex, Vibrex, Fundex

To pale w pełni przemieszczeniowe, wykonywane w gruncie, bez jego wydobywania na powierzchnię. Stalowa rura z uszczelnioną podstawą jest wbijana za pomocą młota spalinowego lub hydraulicznego. Następnie, po wprowadzeniu zbrojenia, rura jest wypełniana betonem.

Rury stalowe wbija się młotami wolnospadowymi, spalinowymi, hydraulicznymi bądź wprowadza się przez wwbrowywanie.

pale stalowe

pale prefabrykowane żelbetowe

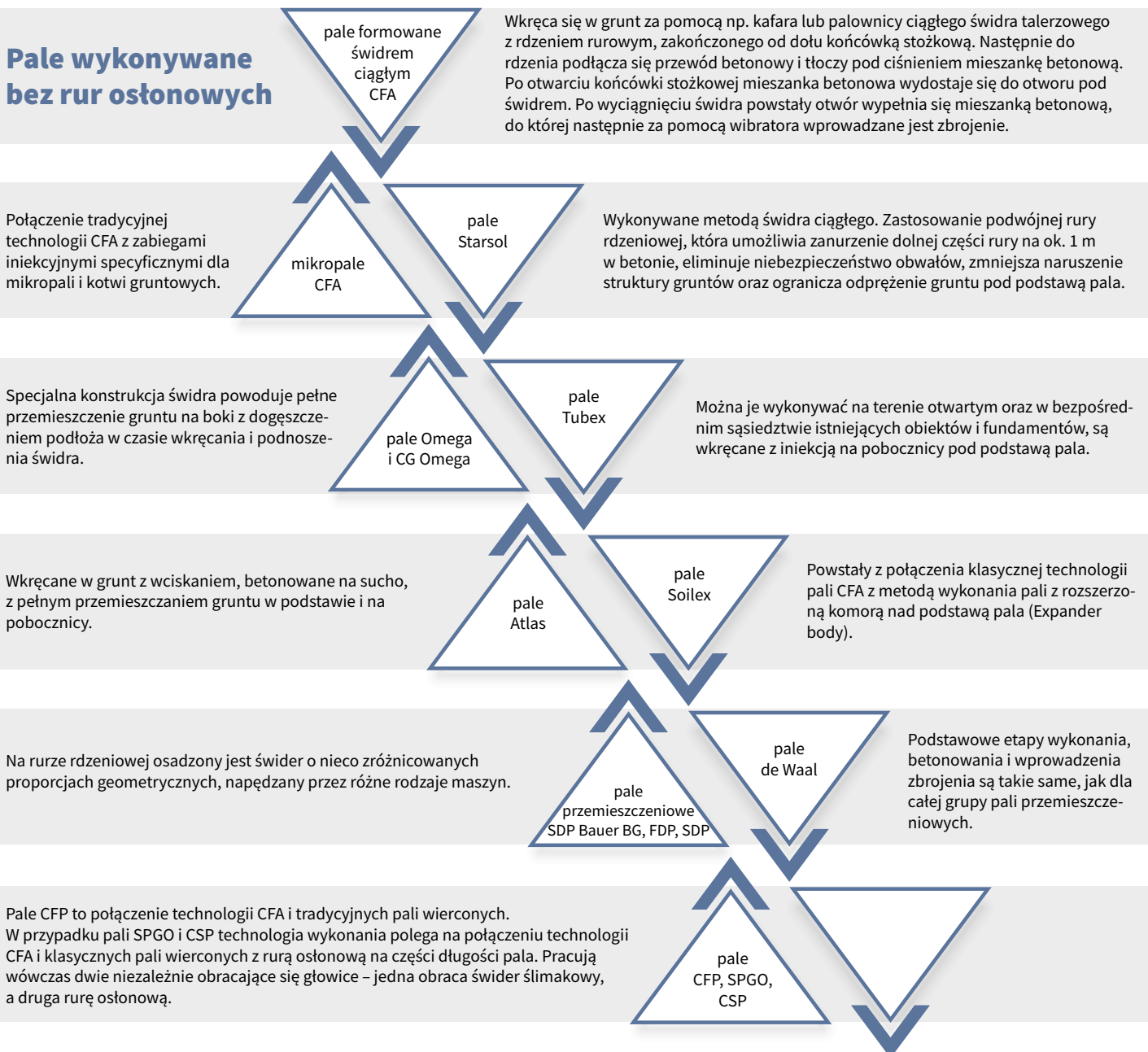
Wbijane są za pomocą kafarów (np. spalinowych lub hydraulicznych). Maszyna podnosi prefabrykat do pionu, ustawia na odpowiednim miejscu i pogrąża w gruncie.



jest projektowanie na podstawie wyników próbnych obciążeń statycznych pali, które zostały potwierdzone obliczeniami lub w inny sposób. Druga metoda zakłada projektowanie na podstawie wyników badań podłoża z wykorzystaniem empirycznych lub analitycznych metod obliczeniowych, których wiarygodność została potwierdzona wynikami próbnych obciążeń statycznych w podobnych sytuacjach. Ostatnia z metod to projektowanie na podstawie wyników próbnych obciążeń dynamicznych pali, których wiarygodność potwierdziły wyniki próbnych obciążeń statycznych w podobnych sytuacjach. W rozumieniu [7] wyniki próbnych obciążeń dynamicznych obejmują zarówno wyniki próbnych obciążeń dynamicznych pali przy dużych odkształceniach bez lub z dopasowaniem sygnału (dotyczy wszystkich pali), jak i wyniki analizy wępu z użyciem wzorów dynamicznych, uwzględniające lub nie skrócenie quasi-sprężyste pala w trakcie uderzenia (dotyczy pali wbijanych). Wymienione metody zostały przedstawione w kolejności odpowiadającej zmniejszającemu się poziomowi niezawodności w [7, 8].

Zaprojektowanie mikropali musi się odbywać na podstawie wyczerpującej znajomości projektu całej budowli, wymagań konstrukcyjnych wobec elementów oraz właściwości geotechnicznych podłoża. Aby wykonać mikropale oszczędnie i bezpiecznie, konieczne jest przeprowadzenie wstępnych badań nośności i weryfikacja parametrów obliczeniowych. Zanim rozpocznie się wykonywanie mikropali, należy ustalić kilka danych. Należy do nich szczegółowy projekt elementów konstrukcyjnych systemu, zawierający kolejność ich wykonywania. Inną ważną rzeczą jest dokumentacja badań podłoża wraz z klasyfikacją geotechniczną i opisem właściwości geotechnicznych gruntu, w którym mają być wykonane mikropale. Niezbędne jest także posiadanie informacji o wszystkich utrudnieniach i ograniczeniach, jak instalacje podziemne lub istniejące fundamenty, a także wymagania dotyczące usytuowania i zachowania elementów konstrukcyjnych. Zakres prac badawczych i projektowych jest różny i zależy od rodzaju

Pale wykonywane bez rur osłonowych



i rozmiarów obiektu, złożoności warunków gruntowych oraz poziomu związanego ryzyka.

Podstawowe parametry potrzebne do projektowania mikropali to nośność (głównie decydująca o bezpieczeństwie posadowienia) oraz sztywność osiowa (decydująca o zachowaniu się fundamentu w stanie użytkowania, a także o współdziałaniu wzmocnionej konstrukcji z mikropalami w przenoszeniu obciążeń) [6].

Obszary zastosowania

Pale przez swoje podstawy przekazują obciążenia z budowli przez wodę lub słabe warstwy gruntu na bardzo mocne podłoże. Mogą także – przez podstawę pala i pobocznicy w obrębie warstwy nośnej – przekazywać obciążenia na zalegające w głębi podłoża warstwy o dużej miąższości

i znacznej nośności. Przekazywanie obciążeń na warstwę o dużej miąższości gruntu, a zarazem o średniej nośności pali sprawiają, że znajdują one zastosowanie w niemal każdej gałęzi budownictwa – od budownictwa mieszkaniowego, przez nasypy kolejowe i drogowe na słabym podłożu, po hale przemysłowe, obiekty mostowe czy budowle hydrotechniczne. Dzięki nim możliwe jest posadowienie budowli poniżej warstwy gruntu, która może ulec rozmyciu lub zostać w przyszłości usunięta czy też naruszona przy wykonywaniu robót budowlanych. Pale pełnią także z powodzeniem funkcję osłony budowli mostowych i wodnych przed uderzeniami jednostek i przedmiotów pływających. W tym przypadku stosuje się pale odbojnicowe i wykonuje dalby z pali ukośnych. Kolejnym obszarem, gdzie wykorzystuje się pale, jest



stabilizacja osuwisk. Układy kołowe z palami ukośnymi przekazują na podłoże duże siły poziome lub ukośne. Dla stabilizacji osuwisk pale doprowadza się do warstwy poniżej osuwiska. Dzięki zastosowywaniu pali często możliwe jest zmniejszenie wykopu, a przez to również obszaru naruszenia naturalnego stanu terenu. W efekcie zastosowanie pali pozwala na ograniczenie robót ziemnych oraz uniknięcie robót odwodnieniowych. Pale umożliwiają również uproszczenie fundamentu lub budowli naziemnej, przyspieszenie robót oraz zagęszczenie gruntu niespoistego, przez co zwiększa się jego nośność [1].

Podsumowanie

Z racji swoich licznych zalet pale i mikropale 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. Wykorzystuje się je jako element nośny nowo projektowanych budowli, do wzmocnienia fundamentów istniejących obiektów, w tym budynków zabytkowych, oraz do zabezpieczenia i obudowy wykopów. Technologie palowe są przy tym przyjazne dla środowiska naturalnego i człowieka. O ich znaczeniu najlepiej świadczy rozwój technologii i maszyn związanych z tą dziedziną

budownictwa. Dzięki możliwościom, jakie daje palowanie, pojawiają się nowe rozwiązania konstrukcyjne budowli, które mają szansę zostać zaprojektowane i zrealizowane właśnie przy użyciu technologii palowych.

Literatura

- [1] Jaromniak A., Kłosiński B., Grzegorzewicz K., Cielenkiewicz T.: *Pale i fundamenty palowe*. Warszawa 1976.
- [2] PN-EN 1536+A1:2015-08 *Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale wiercone*.
- [3] PN-EN 12699:2015-06 *Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale przemieszczeniowe*.
- [4] Gwizdała K.: *Fundamenty palowe. Technologie i obliczenia*. Warszawa 2011.
- [5] PN-EN 14199:2009 *Mikropale*.
- [6] Kłosiński B.: *Mikropale – stan techniki i perspektywy*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2011, nr 3, s. 72–76.
- [7] PN-EN 1997-1:2008 *Projektowanie geotechniczne. Cz. 1. Zasady ogólne*.
- [8] Sobala D.: *Projektowanie pali według Eurokodu 7 – metody i przykłady praktycznego wykorzystania*. Materiały seminarium *Podłoże i fundamenty budowli drogowych*, Autostrada Polska. Kielce 2012, s. 81–92.



**5 LAT
NA RYNKU**



TECHNOLOGIE

Mikropale
Kolumny jet grouting
Pale fundamentowe
Gwoździe gruntowe
Kotwy gruntowe
Zabezpieczenia skarp



TERGON

NA FUNDAMENCIE TECHNOLOGII

**WYKONAWCA
SPECJALISTYCZNYCH
ROBÓT
GEOTECHNICZNYCH**

Ponad 200.000 mb wykonanych mikropali, gwoździ i kotew gruntowych
Doradztwo w zakresie technologii i projektowanie



Kompleksowa realizacja obudowy wykopu
na budowie Południowej Obwodnicy Warszawy
pod istniejącym tunelem metra, skrzyżowanie ul. Piaskowickiej
i al. Komisji Edukacji Narodowej w Warszawie.

Czym charakteryzują się stosowane obecnie nowoczesne technologie palowania?



prof. dr hab. inż. KAZIMIERZ GWIZDAŁA,
Katedra Geotechniki, Geologii
i Budownictwa Morskiego na Wydziale
Inżynierii Lądowej i Środowiska
Politechniki Gdańskiej

Zastosowanie fundamentów głębokich, w tym fundamentów palowych, jest obecnie bardzo częste. Współczesne technologie palowania muszą zapewnić przeniesienie dużych obciążeń pionowych i poziomych przy niewielkich osiadaniach oraz przemieszczeniach. Każda działalność inżynierska związana z posadowieniem obiektu, szczególnie na fundamentach palowych, narusza pierwotną równowagę i oddziałuje na środowisko naturalne. Współczesne technologie pali powinny:

- zapewnić dobrą nośność, korzystną charakterystykę obciążenia - osiadania, małe osiadania aż do obciążeń obliczeniowych,

- być w pełni przemieszczeniowe, to znaczy wykonywane bez wydobywania gruntu na powierzchnię,
- zapewnić duże tempo robót fundamentowych niezależnie od warunków pogodowych i wpływów atmosferycznych,
- spełniać warunki szeroko pojętej ekologii przez minimalizację drgań, wstrząsów, hałasu, bez wydobywania gruntów zanieczyszczonych i organicznych,
- zapewnić posadowienie ekonomiczne, z pełnym wykorzystaniem pierwotnego stanu naprężenia w podłożu gruntowym.

Technologie obecnie stosowane przy posadowieniach głębokich pozwalają w dużym stopniu ograniczyć niepożądane skutki wpływu na środowisko. Technologie ekologiczne należy przy tym rozumieć szeroko, biorąc pod uwagę różne aspekty działalności inżynierskiej. Analizując projektowanie i wykonawstwo w ujęciu globalnym, należy również stosować odpowiednie rozwiązania strukturalne i konstrukcyjne. Każdy kolejny fundament jest inny i należy rozpatrywać go indywidualnie.

Dlaczego należy popularyzować wiedzę na temat specjalnych technik fundamentowania?



WOJCIECH SZWEJKOWSKI,
prezes zarządu Polskiego Zrzeszenia
Wykonawców Fundamentów Specjalnych

Popularyzowanie wiedzy wynika z naszych naturalnych ograniczeń - znamy się przeważnie na tym, co aktualnie robimy, i mamy słabe wspomnienia z okresu naszej nauki w szkole (technikum, uczelnia).

Jednocześnie świat techniki idzie do przodu. Powstają kolejne technologie, o których siłą rzeczy nie sposób było uczyć się na etapie szkoły średniej czy studiów. Postęp dotyczy również technologii fundamentowych. Mając w PZWFS przedstawicieli stosujących różnorodne technologie, jako fachowcy sami jesteśmy zainteresowani poszerzeniem naszej podstawowej wiedzy. Jest to wymiana informacji między fachowcami danej branży, gdzie ogólnie znamy temat, ale bez szczegółowych detali. Identyczna sytuacja jest z naszymi klientami. Proponując zamiennie technologie, klienci po raz pierwszy spotykają się z innym - nowszym, tańszym, szybszym - rozwiązaniem problemu fundamentowania swojego obiektu. Tym samym poszerzają swoją wiedzę. Często po wykładzie

pokazującym różnice w przedstawianych technologiach są bardziej przekonani do tej konkretnej, która jest im proponowana.

Na placach budów bardzo często spotykamy się z różnymi ograniczeniami, np. zakazem wibracji, koniecznością unikania hałasu, nakazem kończenia pracy o godzinie 22.

Te wszystkie parametry wzięte razem pod uwagę powodują, że niejednokrotnie wybieramy technologię droższą, ale możliwą do zastosowania w danej sytuacji. Wiedzę o alternatywnej technologii możemy otrzymać właśnie od przedstawiciela firmy fundamentowej, który jako specjalista powinien mieć wiedzę na temat dostępnych specjalnych technik fundamentowych.

Jako organizacja jesteśmy nastawieni pozytywnie do szerokiego propagowania naszych technik fundamentowych. Temu celowi służą coroczne Seminaria Geotechniczne organizowane wspólnie z IBDiM w pierwszy czwartek marca każdego roku w Warszawie. Wówczas poszczególne firmy zrzeszone w PZWFS mogą szeroko zaprezentować swoje szczególnie ciekawe rozwiązania techniczne. Często zdarza się, że uczestnicy seminariów mają dzięki temu okazję, aby po raz pierwszy zetknąć się z najnowszą technologią.



W jakim celu wykonuje się badania nośności pali oraz ciągłości trzonów pali?



**dr hab. inż.
TOMASZ GODLEWSKI, prof. ITB,
zastępca kierownika Zakładu Konstrukcji
Budowlanych, Geotechniki i Betonu
w Instytucie Techniki Budowlanej**

W zależności od warunków geotechnicznych w podłożu stosowane są różne metody oceny nośności pali, odnoszące się najczęściej

do grupy pali. W praktyce ocenę nośności fundamentu palowego poprzedza analiza nośności pojedynczego pala. Poza różnymi metodami obliczeniowymi najbardziej wiarygodną ocenę nośności pala można uzyskać przez próbne obciążenie statyczne. Daje to możliwość weryfikacji przyjętych założeń projektowych już w warunkach *in situ*, a ponadto może stanowić podstawę samego projektowania zgodnie z Eurokodem 7. Przy braku możliwości technicznych przeprowadzenia takiego badania wykonywane są też badania dynamiczne lub wykorzystuje się udokumentowane wyniki z monitorowania podobnej konstrukcji w zbliżonych warunkach geotechnicznych (doświadczenie porównywalne). Dobór procedury wykonywania próbnych obciążeń statycznych powinien uwzględniać m.in. rodzaj konstrukcji, zakładany mechanizm współpracy pala z podłożem i metodę

interpretacji wyników. Jednak zawsze wynik badania powinien być podstawą weryfikacji przyjętych założeń projektowych według podstawowej charakterystyki takiego testu, jaką jest uzyskanie zależności obciążenie – przemieszczenie. Próbné obciążenia są często ograniczane z uwagi na generowane utrudnienia na budowie (przygotowanie stanowiska) oraz presję czasu. Tu z pomocą przychodzą stosunkowo łatwe do przeprowadzenia badania ciągłości. Jako metoda nieniszcząca, pozwala na szybką ocenę poprawności wykonania pali lub kolumn, weryfikując ich deklarowaną długość oraz jakość. Na podstawie charakteru rejestrowanej propagacji wzbudzonej fali możliwe jest wykrycie takich imperfekcji, jak pęknięcia poprzeczne, istotne zmiany przekroju, obecność inkluzji, czy zmiany sztywności. Jedynym utrudnieniem może być dotarcie do głowicy pala i jego odpowiednie przygotowanie. Wymagane jest też duże doświadczenie przy interpretacji wyników. Obie metody (inwazyjna i nieinwazyjna), stosowane komplementarnie, umożliwiają kompleksowe podejście do oceny poprawności wykonania fundamentu palowego w warunkach budowy, zmniejszając tym samym ryzyka (niedoszacowania) związane z jakością ich wykonania i zakładaną nośnością w kontekście często zmiennych warunków w podłożu.

Czym należy się kierować podczas wyboru techniki fundamentowania, aby zapewnić trwałość i stabilność budowli?



**mgr inż. KONRAD KLIMKOWSKI,
prezes zarządu Tergon Sp. z o.o. Sp. k.**

Odpowiedni wybór metody posadowienia obiektu budowlanego jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na właściwą pracę całej projektowanej konstrukcji. Właściwy dobór techniki fundamentowania

zwykle nie jest sprawą prostą. Decyzje w tym zakresie powinny zostać poprzedzone dokładną analizą wszystkich elementów mogących wpłynąć na jakość zastosowanego rozwiązania. W pierwszej kolejności należy przeprowadzić dokładne rozpoznanie podłoża gruntowego w celu ustalenia istniejących warunków posadowienia. W trakcie projektowania należy wziąć pod uwagę przeznaczenie budowli, rodzaj konstrukcji oraz technologię jej wykonania. Zastosowany sposób posadowienia musi zapewnić bezpieczeństwo i właściwe warunki użytkowania w trakcie

budowy, a także w przewidywanym okresie eksploatacji obiektu budowlanego. Jakość rozwiązania pod względem technicznym zawsze powinna być głównym kryterium wyboru techniki fundamentowania. Dokonując tego wyboru, nie można jednak zapominać o kwestiach wykonawczych. Warto upewnić się m.in., czy proponowane rozwiązanie da się zrealizować w miejscu planowanej inwestycji choćby ze względu na możliwości dostarczenia i zastosowania odpowiedniego dla danej technologii sprzętu. Z punktu widzenia inwestora nie mniej istotne co względy techniczne i wykonawcze są skutki ekonomiczne podjętych decyzji. Nie ma jednej najlepszej technologii, która sprawdza się we wszystkich sytuacjach. Zwykle w każdym przypadku możliwe jest zastosowanie kilku równie dobrych rozwiązań. Ważne jest, by aspekt ekonomiczny nie odbijał się na jakości wybranej techniki fundamentowania, bo w tak ważnej kwestii, jaką jest posadowienie budowli, może to wpłynąć na obniżenie trwałości i stabilności obiektu.

Roboty palowe mają decydujący wpływ na trwałość i bezpieczeństwo budowli. Jakie wyzwania stoją przed inwestorem w przypadku tego rodzaju robót?



JAKUB SIERANT,
dyrektor zarządzający,
Titan Polska Sp. z o.o.

Roboty fundamentowe są jednym z najistotniejszych etapów procesu inwestycyjnego, decydującym o trwałości i bezpieczeństwie budowli. W przypadku fundamentów pośrednich – palowych bądź mikropalowych – roboty te stanowią jednocześnie wyraźną pozycję w budżecie całej inwestycji. Dodatkowo ich charakter – jako robót ulegających zakryciu – sprawia, że wszelkie niedoskonałości są niezwykle trudne i kosztowne w naprawie. Dlatego szczególną rolę inwestora czy też podległych mu służb powinien być właściwy nadzór i kontrola jakości zarówno wykonywanych prac, jak i – co szczególnie istotne – zastosowanych materiałów. Kwestia materiałów konstrukcyjnych stosowanych do zbrojenia mikropali jest uregulowana odpowiednimi normami. Niezależnie od technologii i właściwego jej rodzaju zbrojenia – prętów, rur gładkich, profili walcowanych czy żerdzi tzw. samowiercących – normy dopuszczają stosowanie tych wyrobów wykonanych wyłącznie ze stali konstrukcyjnej. Wydaje się to dość oczywistym wymogiem, gdyż w przemyśle budowlanym nie stosuje się do celów konstrukcyjnych elementów stalowych wykonanych ze stali do tego nieprzeznaczonej. Belki stalowe, pręty zbrojeniowe, grodzice stalowe – nikt nie wyobraża sobie nawet wyprodukowania tych wyrobów ze stali innej niż konstrukcyjna, nie wspominając o ich hipotetycznym

użyciu w budownictwie. Tymczasem reżimy jakościowe dla najpopularniejszej ostatnimi czasy technologii mikropali samowiercących znalazły się zupełnie poza nawiasem uregulowań normowych i karbów jakościowych. Pogoń za fałszywie rozumianą oszczędnością doprowadziła w tej materii do podwójnych standardów, tak jakby mikropale samowiercące nie podlegały wymogom konstrukcji budowlanej. Dopuszcza się zbrojenie takich mikropali żerdziami z różnych, egzotycznych gatunków stali, które nigdy nie byłyby zaakceptowane w innych rodzajach konstrukcji. Jedynym parametrem podlegającym weryfikacji stała się nośność żerdzi. Pozostałe właściwości użytkowe, będące pochodną właściwego gatunku stali, które są decydujące dla bezpieczeństwa i trwałości, są przy zatwierdzaniu materiału pomijane. Przyczynkiem są Krajowe Oceny Techniczne dla niektórych systemów samowiercących, pozbawione informacji o gatunku stali, z którego wykonany jest dany wyrób budowlany. Pamiętać należy, iż KOT jest niejako katalogiem właściwości deklarowanych przez producenta. Nie potwierdza również zgodności z normatywami. Nie zdejmuje zatem z użytkownika (projektanta, inwestora, inspektora nadzoru) odpowiedzialności za poprawność, trwałość i bezpieczeństwo konstrukcji. W najlepiej rozumianym interesie inwestora powinno być zatem wymaganie KOT z właściwie opisanym wyrobem (podanym gatunkiem stali) lub wymaganie przy zatwierdzaniu materiału atestu hutniczego, tak jak ma to miejsce w przypadku pozostałych wyrobów stalowych do celów konstrukcyjnych.



Zachowanie stali nienormatywnej trudno przewidzieć – awaria spowodowana zerwaniem żerdzi mikropali kotwiących