

Wpływ pozostałości historycznej zabudowy na prowadzenie robót budowlanych

The impact of archeological remains on the execution of construction works

mgr inż. Maciej Król (ORCID: 0000-0001-7473-0493), Keller Polska sp.z o.o.

DOI: 10.5604/01.3001.0053.9373

Streszczenie: Artykuł porusza problematykę wykonywania specjalistycznych prac geotechnicznych w terenach silnie zurbanizowanych ze szczególnym uwzględnieniem pozostałości historycznej zabudowy. Przedstawiono wpływ właściwej analizy materiałów źródłowych na dobór technologii zabezpieczenia wykopu na przykładzie dwóch zrealizowanych projektów.

Słowa kluczowe: pale CFA, pale CCFA, kolumny DSM, pozostałości historycznej zabudowy, głębokie wykopy, wzmocnienie podłoża, dokumentacja archiwalna.

Abstract: The paper describes issues of execution special geotechnical works in strongly urbanized areas with particular emphasis on archeological remains. Article presents the impact on proper analysis of source data on the selection of deep excavations support technology based on two executed projects.

Keywords: CFA pile, CCFA pile, DSM columns, archeological remains, deep excavations, soil improvement, archival documentation.

1. Wprowadzenie

Rozwój rynku budowlanego jest proporcjonalny do wielkości miast. Najwięcej buduje się w największych metropoliach, tam uzyskiwane są największe zyski z inwestycji, dlatego też dąży się do maksymalnego zabudowania dostępnych przestrzeni. Większość tych miast to historia, nie tylko ta, którą podziwiają turyści. To też często pozostałości historycznych zabudowań, które mimo, że niewidoczne dla oka, mogą stanowić duże wyzwanie dla współczesnych budowniczych.

Artykuł przedstawia sposób realizacji głębokich wykopów pośród pozostałości zabudowy historycznej ze szczególnym uwzględnieniem doboru technologii wykonania prac. Podkreślona zostanie rola analizy dokumentacji archiwalnej na wybór specjalistycznych technik geotechnicznych. Zależność wzajemnego wpływu tych czynników zilustrowana zostanie na przykładach realizacji zabezpieczeń głębokich wykopów w Nysie (galeria handlowa Dekada) i we Wrocławiu (budynek mieszkalny HB1820).

2. Dane do projektowania

Niezbędnymi informacjami do optymalnego zaprojektowania i bezpiecznego wykonawstwa konstrukcji oporowych są: wyniki badań podłoża gruntowego, wysokość zwierciadła wody gruntowej, geometria kondygnacji podziemnej, głębokość wykopu, obecność sąsiadujących obiektów oraz ich głębokość posadowienia, stan i odległość od obudowy [1].

Nieoczywistymi, ale bardzo istotnymi, danymi projektowymi (z punktu widzenia projektanta – geotechnika) są

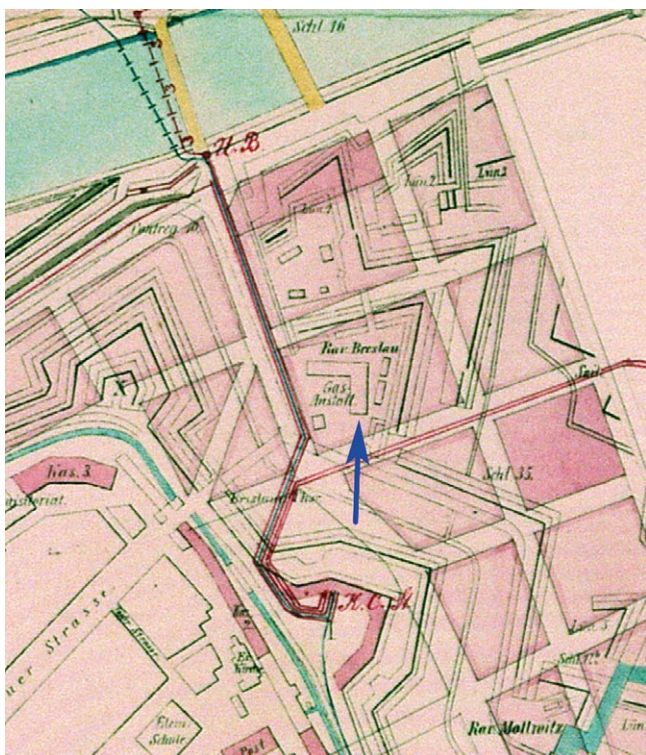
informacje o „budowlanej” przeszłości terenu i jego wcześniejszym zagospodarowaniu. W miastach o wielowiekowej historii ta przeszłość może być naprawdę bogata a jej wpływ na prace geotechniczne jest bardzo istotny.

Planowanie inwestycji budowlanych na etapie koncepcji architektonicznych zakłada maksymalne wykorzystanie potencjału inwestycyjnego działki. Oczywiste jest, że pozostałości w gruncie starych budowli, murów, fundamentów nie mogą być przeciwskazaniem do rezygnacji z kondygnacji podziemnej czy zmniejszeniu obrysu budynku. Stąd znacząca rola doboru technologii prac geotechnicznych umożliwiająca skuteczne wykonanie zarówno zabezpieczenia wykopu jak również robót ziemnych oraz fundamentowych. Przykład tej zależności przedstawiono w artykule [2].

3. Analiza przypadku – zabezpieczenie głębokiego wykopu w Nysie

Pierwszym omawianym przypadkiem jest zabezpieczenie głębokiego wykopu w Nysie. Miasto w województwie opolskim, którego początki sięgają pierwszej połowy XIII w., stanowiło jeden z ważniejszych ośrodków Śląska o istotnym potencjale handlowym, edukacyjnym i militarnym. Intensywny rozwój zaowocował licznymi budowlami, takimi jak powstałe w 1860 roku budynki gazowni przy obecnej ulicy Kolejowej.

Warto zwrócić uwagę, że budynki gazowni nie były usytuowane ani prostopadle, ani równoległe do istniejącej zabudowy (rys. 1). Skośne położenie wynikało z obecności fundamentów murów obronnych twierdzy Nysa. Już w tamtych czasach budowniczowie borykali się z problemami pozostałości



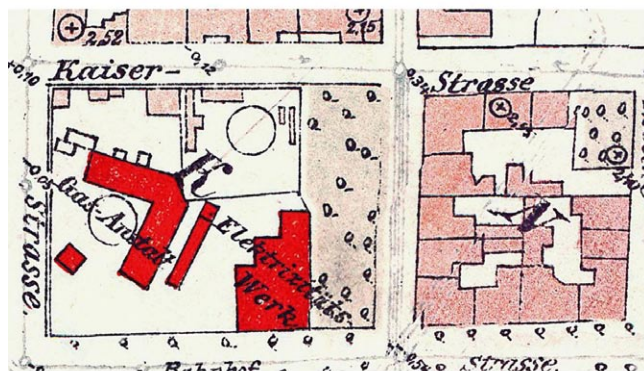
Rys. 1. Lokalizacja gazowni na planie Nysy z 1874 roku (<http://fhn.cba.pl/viewtopic.php?t=468>)

zabudowy historycznej i dostosowywali projekty do napotkanych w gruncie przeszkód. Ówczesne techniki inżynierskie nie pozwalały na pokonanie tych trudności w ekonomicznie uzasadniony sposób w związku z czym wykorzystywano większą powierzchnię terenu w celu realizacji zamierzenia budowlanego. Dziś presja finansowa na wykorzystanie potencjału inwestycyjnego działki wymaga jej maksymalnego zabudowania bez względu na przeszkody w gruncie.

Należy jednak pamiętać, że przed usunięciem pozostałości historycznej zabudowy należy przeprowadzić badania archeologiczne, do prowadzenia których niezbędne jest zabezpieczenie wykopu. Wysuwa się stąd następujący wniosek: pierwszymi pracami umożliwiającymi przystąpienie do wykopów są specjalistyczne roboty geotechniczne, a wybór technologii ich prowadzenia w dużej mierze zależy od stanu, usytuowania oraz rodzaju materiału fundamentów starych budowli.

Istotą analizy zabudowy historycznej jest sprawdzenie, z jakim prawdopodobieństwem projektowana obudowa wykopu znajdzie się w kolizji z pozostałościami dawnych obiektów. W przypadku gdy ryzyko jej wystąpienia jest wysokie, należy przeanalizować rodzaj i stan materiału, z jakiego zbudowane były obecne na działce budynki. Najczęściej są to elementy murowane z cegieł choć zdarzają się przypadki (np. w budowlach przemysłowych z początku XX wieku) płyt żelbetowych czy bardzo trudnych do usunięcia pali drewnianych. Najprostszą metodą realizacji prac geotechnicznych w takich przypadkach jest mechaniczne usunięcie przeszkód i wykonanie obudowy wykopu w podłożu

Fragment mapy z 1905 r.



Rys. 2. Teren budowy galerii handlowej. Porównanie współczesnego zdjęcia (2018 r.) z mapą z 1905 r. (<https://www.facebook.com/photo/?fbid=2045190725547392&set=a.2033201043413027>)

pozbawionym starych murów w osi zabezpieczenia. Nie zawsze jednak jest to możliwe ze względu na ograniczenia logistyczne czy obecność wrażliwych obiektów w sąsiedztwie. Stąd bardzo ważne jest wnikliwe sprawdzenie możliwości wykonawczych w celu doboru ekonomicznego, bezpiecznego i optymalnego rozwiązania.

W przypadku realizacji konstrukcji oporowych w centrach

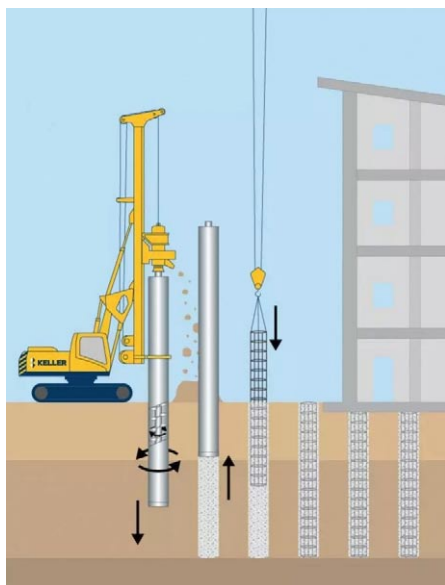


Rys. 3. Wykonywanie kolumn DSM stanowiących elementy obudowy wykopu (archiwum Keller Polska)



Rys. 4. Wykonywanie kolumn DSM stanowiących wzmocnienie podłoża pod płytą fundamentów (<https://www.facebook.com/photo/?fbid=2125713410828456&set=a.2033201043413027>)

miast, przy dużej miąższości nasypów niebudowlanych najczęściej wykorzystuje się różnego rodzaju palisady. Ze względów bezpieczeństwa i minimalizacji wpływu na istniejącą zabudowę zaleca się wykorzystywanie technologii bezwibracyjnych. W zależności od stopnia skomplikowania warunków gruntowych stosuje się palisady z kolumn DSM, pali CFA lub pali CCFA. Zabezpieczenie wykopu w opisywanym przypadku zrealizowano za pomocą pali CCFA (elementy nośne, rys. 6) oraz kolumn DSM (elementy wypełniające – rysunek 3). Dodatkowo, ze względu na konieczność ograniczenia osiadań płyty fundamentowej,



Rys. 5. Schemat wykonywania pali CCFA, grafika (archiwum Keller Polska)



Rys. 6. Wykonywanie pali CCFA (archiwum Keller Polska)

wykonano kolumny DSM stanowiące wzmocnienie podłoża gruntowego (rys. 4).

Metoda DSM (ang. *Deep Soil Mixing*) polega na mieszaniu gruntu za pomocą specjalnego mieszadła zamontowanego na klasycznej wiertnicy [3]. W trakcie mieszania gruntu poprzez dysze umiejscowione w dolnej części mieszadła podawany jest pod ciśnieniem zaczyn cementowy, który wymieszany z gruntem tworzy tak zwany cementogrunt. W realizacji palisad stosuje się niekiedy podwójny lub potrójny zestaw mieszadeł umożliwiający uzyskanie większej dokładności wykonania.

Kolumny cementowo-gruntowe mogą stanowić element nośny obudowy zbrojony kształtownikiem stalowym lub element wypełniający zabezpieczeń wykopów, w których obciążenia przenoszą pale żelbetowe.

Sposób wykonania pali CCFA (*Cased Continuous Flight Auger*) polega na jednoczesnym pograżeniu rury osłonowej i ciągłego świda przy użyciu podwójnej głowicy [4, 5]. W czasie wiercenia wewnątrz rury świda wypełnia się betonem i utrzymuje jego niewielkie ciśnienie, przeciwdziałając penetracji gruntu oraz wody do wnętrza świda. Podczas wykonywania pala możliwe jest wysuwanie rury względem świda, co w przypadku natrafienia na przeszkody ułatwia wiercenie. Po osiągnięciu projektowanej głębokości następuje faza stopniowego podnoszenia świda oraz rury i jednoczesnego betonowania trzonu pala pod ciśnieniem. Po zakończeniu betonowania w pal zostaje wprowadzone zbrojenie, najczęściej przy użyciu wibratora. Zastosowanie rury zakończonej koronką wiertniczą pozwala na dokładniejsze prowadzenie trzonu pala i przewiercanie się przez sąsiednie pale i przeszkody w podłożu (rys. 5).

Wybór technologii poprzedzony był wnikliwą analizą techniczną i ekonomiczną, uwzględniającą zagrożenia występujące w podłożu oraz wymagania odbiorowe stawiane

obudowie wykopu: niezwykle istotna była dokładność wykonania ze względu na późniejsze wykorzystanie palisady jako jednostronnego szalunku traconego. Weryfikacja archiwalnej dokumentacji już na etapie przedprojektowym pozwoliła na minimalizację ryzyka umożliwiającą bezpieczną i zgodną z harmonogramem realizację.

4. Analiza przypadku – zabezpieczenie głębokiego wykopu we Wrocławiu

Innym przykładem, w którym jednym z czynników decydujących o doborze technologii geotechnicznej była obecność pozostałości dawnej zabudowy, jest zabezpieczenie wykopu



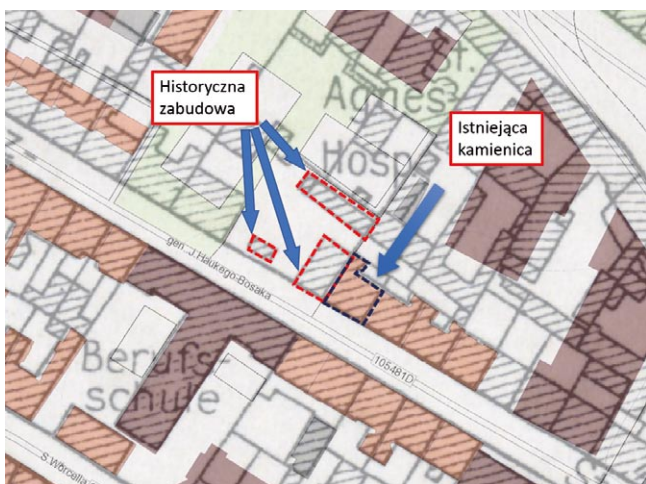
Rys. 7. Palisada po odkopaniu (archiwum Keller Polska)

na potrzeby budowy budynku mieszkalnego, wielorodzinnego przy ul. Haukego – Bosaka we Wrocławiu.

Budynek został zaprojektowany jako plomba wypełniająca zabudowę pierzei ul. Haukego – Bosaka. Jest to zabudowa śródmiejska uzupełniająca historyczny układ urbanistyczny w ścisłym centrum miasta – projektowany budynek



Rys. 8. Plan miasta Wrocławia z lat 1926–1937, czerwonym kolorem oznaczono współczesne granice działki (<https://geoportal.dolnyslask.pl/imap/?gpmmap=gp62#gpmmap=gp62>)

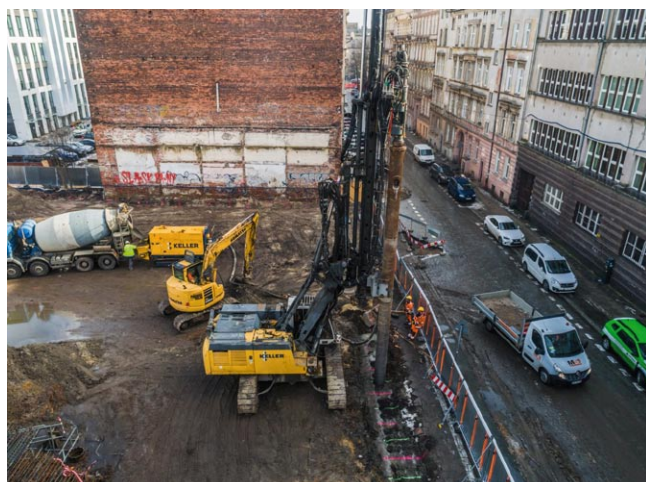


Rys. 9. Porównanie historycznego planu miasta z aktualną zabudową

zaprojektowano w bezpośrednim sąsiedztwie istniejącej kamienicy przy ul. Haukego – Bosaka 22. Ze względu na brak wystarczającej przestrzeni na wymaganą liczbę miejsc postojowych, zaprojektowano garaż w kondygnacji podziemnej. Wykonanie kondygnacji podziemnej w gęstej zabudowie miejskiej możliwe jest jedynie po wcześniejszym zabezpieczeniu głębokiego wykopu. Planując prace geotechniczne na obszarze historycznych obszarów miejskich należy przeanalizować dostępną dokumentację archiwalną w celu oceny występowania pozostałości dawnych zabudowań.

Na mapach z początku XX w. na działce widać istniejące obiekty, w tym jeden przyległy do istniejących do dziś kamienic (rys. 8, 9). Ekspertyza stanu technicznego obejmowała odkrywki fundamentów, które potwierdziły występowanie wzdłuż ściany szczytowej pozostałości przedwojennych zabudowań. Z perspektywy planowania prac geotechnicznych są to niezwykle cenne informacje, ponieważ pozwalają na identyfikację zagrożeń oraz podjęcie stosownych środków zaradczych przed rozpoczęciem prac [6]. Realizacja inwestycji w miejskiej tkance wymaga szczególnej dbałości o ochronę przyległych zabudowań, dlatego dobór odpowiedniej metody prowadzenia prac jest wyjątkowo istotny [7].

Wiedza na temat budowlanej przeszłości działki pozwoliła na dobór optymalnej i bezpiecznej technologii geotechnicznej, jaką są pale CCFA, które umożliwiają realizację prac w ceglanych murach bez używania szkodliwych dla sąsiedztwa wibracji. W przypadku omawianej inwestycji palisada stanowiła również zabezpieczenie fundamentów istniejącej kamienicy przed utratą stateczności. Wiercenie wśród przeszkód gruntowych w bezpośredniej bliskości ściany szczytowej wymagało szczególnej ostrożności i dbałości o reżim wykonawczy. Zasadnicze prace geotechniczne poprzedziło wykonanie murków prowadzących zwiększających dokładność wiercenia pali. Kolejność poszczególnych wierceń była skrupulatnie analizowana celem uniknięcia



Rys. 10. Wykonywanie pali CCFA wzdłuż ulicy Haukego – Bosaka (archiwum Keller Polska)

Rys. 11. Odkopana palisada przy istniejącym budynku (archiwum Keller Polska)

nadmiernych osiadań fundamentu. Docelowo palisada zwieńczona została ocieplem żelbetowym, na którym zainstalowano stalową konstrukcję rozparcia. Pozwoliło to zminimalizować przemieszczenia gruntu, szczególnie niebezpieczne dla starych budynków, których stan techniczny jednoznacznie wskazuje na wieloletnią eksploatację. Pozostała część zabezpieczenia wykopu została zrealizowana w technologii ściany berlińskiej, w której elementami nośnymi również były pale CCFA dla umożliwienia wiercenia w pozostałościach przedwojennych budynków. Wykonanie klasycznej obudowy berlińskiej, w której kształtowniki stalowe są wwibrowywane w grunt nie byłoby możliwe do zastosowania w tym przypadku ze względu na przeszkody jak i konieczność ograniczenia wibracji. Informacje o obecności dawnych obiektów w podłożu gruntowym sprawdziły się podczas wiercenia – wielokrotnie natrafiano na pozostałości zabudowy, jednak dzięki właściwemu doborowi technologii nie stanowiło to problemu.

5. Podsumowanie

Opisane przykłady wyraźnie ilustrują wyzwania przy realizacji robót ziemnych w miastach, których budownictwo rozwijało się od wieków. Szukanie informacji o historycznych zabudowaniach nie jest zadaniem łatwym. Intensywne działania wojenne, jakie rozgrywały się na terenie Polski doprowadziły do zniszczenia ogromnej liczby budynków (dotyczy to również archiwów z dokumentacją projektową), po których nie pozostały ślady widoczne na powierzchni terenu. Warto podkreślić, że dotyczy to nie tylko dużych miast, choć to w nich budownictwo rozwija się najintensywniej, dlatego tam te trudności są najbardziej widoczne.

Rys. 12. Odkopana obudowa berlińska – wyraźnie widoczne pozostałości murów ceglanych (archiwum Keller Polska)



Z pomocą przychodzą archiwa budowlane, w których wciąż można znaleźć dawne mapy i plany miast oraz szczegółową dokumentację rysunkową wybranych obiektów. Warto włączyć weryfikację działki pod względem pozostałości historycznej zabudowy w proces projektowy, ponieważ pozwoli to na uniknięcie niepotrzebnych kosztów i opóźnień w harmonogramie w trakcie trwania prac budowlanych.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Ou C.-Y. Deep Excavation: Theory and Practice (1st ed.), CRC Press, 2006
- [2] Król M. Pale w orurowaniu – sposób na trudne warunki gruntowe (online), 2021 <https://www.rynekinfrastruktury.pl/wiadomosci/inzynieria-i-innowacje/zastosowanie-pali-w-orurowaniu-do-prac-geotechnicznych-w-trudnych-warunkach-gruntowych-76578.html>
- [3] Kirsch K., Bell A. (Eds.), Ground Improvement, 3rd ed., CRC Press, 2012, <https://doi.org/10.1201/b13678>
- [4] German Geotechnical Society: Recommendations on Piling (EA-Pfähle), Berlin: Ernst & Sohn, 2012
- [5] Tomlinson M., Woodward J. Pile Design and Construction Practice, 5th ed., CRC Press, 2007
- [6] Koda E. i Godlewski T., Zasady wykonywania ekspertyz geotechnicznych z uwzględnieniem budynków w zabudowie miejskiej, [w:] XV Konferencja Naukowo Techniczna Warsztat Pracy Rzeczoznawcy Budowlanego, Kielce-Cedzyna 2018, str. 81–108
- [7] Kotlicki W., Łukasik S., Godlewski T., Bogusz W., Ochrona zabudowy w sąsiedztwie głębokich wykopów. Wytyczne, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa, 2020

