

Jakie technologie posadowienia głębokiego są dziś najczęściej stosowane przy realizacji obiektów mostowych w Polsce i od czego zależy wybór konkretnego rozwiązania?

**mgr inż. Jacek Szaro, Kierownik Zespołu Projektowego
Główny Projektant w Aarsleff sp. z o.o.**

Współczesne mostownictwo w Polsce opiera się w dużej mierze na technologiach przemieszczeniowych, a w szczególności na wbijanych żelbetowych palach prefabrykowanych. Są one obecnie najczęściej stosowanym rozwiązaniem przy fundamentowaniu podpór stałych i tymczasowych, niezależnie od skali obiektu – od mostów na ciekach, potokach czy rzekach po największe mosty przez Wisłę czy Odrę. Najpopularniejszym standardem wykonawczym są pale o przekroju 400 x 400 mm. Oprócz nich wykorzystuje się także pale stalowe oraz drewniane, głównie w konstrukcjach tymczasowych lub w specjalnych warunkach wodnych. Wybór konkretnej technologii posadowienia zależy od kilku kluczowych czynników, tj.:

- Warunki gruntowe: wbijane żelbetowe pale prefabrykowane są bezkonkurencyjne w gruntach niespoistych, przy napiętym zwierciadle wody gruntowej oraz w grubych warstwach gruntów słabonośnych (np. torfy, namuły), gdzie wykonanie pali formowanych w gruncie jest technicznie bardzo trudne.
- Lokalizacja i logistyka: technologia ta jest optymalna przy pracach prowadzonych „z wody” (rzeki, zbiorniki wodne), co potwierdzają realizacje mostów w całej Polsce.
- Ekonomia i czas: prefabrykacja oferuje bardzo dużą wydajność robót i szybkość realizacji. Choć jednostkowy koszt materiału może być wyższy, jest on rekompensowany mniejszą liczbą pali, ograniczonymi wymiarami fundamentów i brakiem urobku.
- Wymagania konstrukcyjne: przy dużych obiektach stosuje się fundamenty zespo-



lone, łączące, np. wbijane pale żelbetowe z obudową z grodzic stalowych, co pozwala na bezpieczne przenoszenie olbrzymich obciążeń pionowych i poziomych.

- Trwałość: wybór zależy też od agresywności środowiska (chemicznej, mrozowej). Beton i stal muszą być odpowiednio dobrane do klas ekspozycji, aby zapewnić bezawaryjne użytkowanie przez dziesięciolecia.

Dominacja pali prefabrykowanych wynika z ich wysokiej nośności, sztywności oraz możliwości bieżącej kontroli jakości już w trakcie wbijania poprzez analizę wpędów oraz ostatecznie przez badania dynamiczne/statyczne.

Jakie są obecnie największe wyzwania wykonawcze podczas fundamentowania obiektów mostowych w terenach o wysokim poziomie wód gruntowych?

Daniel Dymek, Dyrektor Techniczny Keller Polska

Wysoki poziom wód gruntowych w większości przypadków nie jest szczególnym problemem podczas fundamentowania podpór mostowych. Jeżeli poziom posadowienia obiektu znajduje się poniżej zwierciadła wody gruntowej, to mamy możliwość zastosowania co najmniej kilku rozwiązań geotechnicznych i odwodnieniowych, w celu czasowego obniżenia tego zwierciadła w rejonie prowadzonych robót. Pionowa obudowa z ewentualną poziomą przesłoną przeciwfiltracyjną, przy ograniczonej ilości wody odprowadzanej z wykopu, pozwalają na sprawną i bezpieczną realizację robót również przykładowo w nurcie rzeki. Szczególnym problemem są natomiast wody artezyskie, których zwierciadło stabilizuje się wysoko ponad istniejącym terenem. Zdarza się, że jest to nawet kilkanaście metrów słupa wody. W takich warunkach wykonanie posadowienia obiektu mostowego obarczone jest dużym ryzykiem, ponieważ przebicie się do warstw wodonośnych może spowodować niekontrolowany wypływ wody i cząstek gruntu, a w konsekwencji znaczne osiadanie pod-

łoża w sąsiedztwie wypływu. W zależności od skali zjawiska może dojść nawet do długotrwałego wstrzymania właściwych robót budowlanych, w związku z koniecznością wprowadzenia nieprzewidzianych wcześniej działań zaradczych i naprawczych. Dobrym przykładem ilustrującym problem wód artezyskich jest posadowienie mostu łukowego o rozpiętości 120 m nad rzeką Łyną wybudowanego w ciągu drogi ekspresowej S16 – obwodnicy Olsztyna. Rejon ten to rozległa dolina, której charakterystyczną cechą jest występowanie wód artezyskich o nadciśnieniu sięgającym nawet 10 m powyżej poziomu fundamentów. W takich warunkach posadowienie podpór mostu staje się prawdziwym wyzwaniem, ponieważ wszelkie próby głębokiego fundamentowania sięgającego wodonośnych piasków mogą spowodować wypływ wody napiętej przez nieprzepuszczalne grunty powyżej. W tym przypadku były to torfy podścielone pyłami i glinami pylastymi. Problem posadowienia obiektu przez rzekę Łynę rozpatrywany był przez wiele zespołów projektowych i naukowych. Propozycje fundamentów posadowionych na palach lub kolumnach, w przeróżnych technologiach sięgających wodonośnych piasków, wydawały



się jednak zbyt niebezpieczne w tym konkretnym przypadku. Rozwiązaniem skutecznie zaprojektowanym i zrealizowanym okazało się ostatecznie posadowienie obiektu na blokach cementogruntowych z kolumn DSM (*Deep Solil Mixing*) o średnicy 2,4 m. Kolumny wykonano po wymianie gruntów organicznych, kończąc je w warstwach glin pylastych. W podobny sposób, na kolumnach DSM w odpowiedniej siatce, zrealizowane zostało wzmocnienie podłoża pod nasypy na dojazdach do mostu. Uzyskano w ten sposób pewnego rodzaju posadowienie pływające zawieszone w gruntach nieprzepuszczalnych o większej ściśliwości, ale pod pełną kontrolą z punktu widzenia osiadania obiektu. Takie podejście wymagało jednak ogromnego zaangażowania projektowego oraz sprawnego współpracy pomiędzy branżą mostową i konstrukcyjną geotechniczną.