

# CO ŁĄCZY LEONARDA DA VINCI

## I WSPÓŁCZESNĄ TECHNOLOGIĘ WBIJANIA PALI?

ZESPÓŁ „PALE PREFABRYKOWANE”



Pale prefabrykowane wbijane człowiek stosował już co najmniej 6 tys. lat temu. Dziś ta technologia zyskuje coraz bardziej na popularności. Dlaczego? M.in. dlatego, że pozwala na posadowienie wszelkich konstrukcji w niemal każdych warunkach gruntowych. Dodatkowo jej rozwój umożliwia wykorzystanie nowoczesnego i wydajnego sprzętu do wbijania pali. Tysiące lat temu używano do tego celu młotów ręcznych. A jak ten proces wygląda obecnie?

Pale wbija się po to, by stabilna była budowla, która powstanie na „niepewnym” gruncie. Obecnie do wbijania pali prefabrykowanych służy kafar z młotem. Jest to maszyna, która składa się z dwóch głównych części: tzw. baby, czyli młota, oraz wieży – elementu do podnoszenia samego pala lub młota. Kafary można klasyfikować ze względu na napęd (np. parowe lub spalinowe) czy też z uwagi na konstrukcję (np. obrotowe, uniwersalne, z prowadnicami pochylnymi i ruchomymi). Dzisiejsze kafary to udoskonalone wersje maszyn, których początek sięga setek lat wstecz. Już w XV w., w słynnym „Kodeksie Atlantyckim”, konstrukcję kafara udokumentował Leonardo da Vinci.

### NA CZYM POLEGAJĄ PRACE PALOWE?

Najpierw na terenie przeznaczonym pod budowę należy wytyczyć pale – na lądzie odbywa się to najczęściej przy użyciu palików drewnianych. Oprócz nich (mogą ulec zniszczeniu lub przesunięciu w trakcie robót) każdy pal powinien mieć domiary do elementów stałych lub palików wbitych poza platformą roboczą.

Co bardzo ważne, tuż przed wbiciem każdy pal prefabrykowany należy sprawdzić pod względem zgodności z wymaganiami projektu (chodzi tu m.in. o długość pala, beton, z którego został wykonany, zbrojenie czy datę produkcji). W przypadku, gdyby wbity został za krótki pal lub pal o zbyt małym przekroju niż założono w projekcie, w konsekwencji wystąpiłby brak nośności, ewentualnie nie byłyby spełnione wymagania SGU (stan graniczny użyteczności) w zakresie przemieszczeń (poziom, osiadania, przechyły). To wszystko mogłoby, w najlepszym razie, spowodować uszkodzenia albo awarie konstrukcji, a w najgorszym – nawet katastrofę budowlaną.

Dokładność wbicia pala zależy od jakości i wymiarów wspomnianej platformy roboczej. Bezpieczną platformę stanowią grunty sypkie. W przypadku spoiwych gruntów lub przy wysokim poziomie wody gruntowej należy uformować platformę z kruszywa lub gruzu (platformę od podłoża spoiwego oddziela się geowłókniną separacyjną). Trzeba też pamiętać, by platforma z każdej strony była większa o min. 1,5 m od rzeczywistego obszaru roboczego, który zajmuje sprzęt. Ponadto jej poziom nie powi-

nien być wyższy niż 1,5 m w stosunku do projektowanego poziomu wierzchu głowic pali.

*Dzisiejsze kafary to udoskonalone wersje maszyn, których początek sięga setek lat wstecz. Już w XV w., w słynnym „Kodeksie Atlantyckim”, konstrukcję kafara udokumentował Leonardo da Vinci*

Pale prefabrykowane umożliwiają także budowanie na wodzie – w takim przypadku stosuje się platformy pływające stabilizowane na dnie opuszczanymi podporami szcudłowymi.

### NIE ZAWSZE Z PEŁNĄ ENERGIĄ

Na 1/3 długości (co bardzo istotne) składowanego poziomo pala zaciąga się pętlę



łańcuchową wokół trzonu, którą podczepia się do wciągarki linowej kafara. Następnie pal podnosi się, osadzając jego głowicę pod młotem, a trzon wzdłuż masztu kafara. Podwieszony do młota prefabrykat lokalizuje się nad palikiem wyznaczającym jego położenie w terenie oraz domierza do wcześniej wbitych pali lub/i linki rozciągniętej równoległe do wbijanego rzędu pali.

Pal z pełną energią wbijany powinien być dopiero po uzyskaniu zagłębienia i prowadzenia w gruncie. Wbijanie należy przerwać, gdy zagłębienia (tzw. wpędy) pala spadają poniżej 2 mm/uderzenie. Spadek wpędów poniżej tej wartości oznacza brak postępów pograżania pala, a kontynuowanie wbijania grozi uszkodzeniem trzonu pala. Na końcowym odcinku wbijania wszystkich pali (zwykle około 2 m) kontroluje się wpędy. Zapisuje się je ręcznie (robi to pomocnik operatora) lub automatycznie (to zależy od wyposażenia kafara/młota).

## OCHRONA TRZONU PALA

Kolejnym krokiem jest rozkucie głowic pala, które w trakcie wbijania chronione są dodatkową przekładką neoprenową. Celem rozkucia głowic jest połączenie pala z fundamentem, by w efekcie w odpowiedni sposób przenoszone były np. siły wyrywające, poziome czy momenty zginające.

Do rozkucia pali można wykorzystać ręczne młoty pneumatyczne lub mechaniczne albo specjalne (hydrauliczne) urządzenia do rozku-

wania głowic pali. Należy pamiętać, żeby nie rozkuwać głowic ciężkimi młotami na ramieniu koparki, ponieważ grozi to uszkodzeniem trzonu. Dodajmy, że głowice przed uszkodzeniem w trakcie wbijania chronione są drewnianymi podkładkami układanymi między młotem a wierzchem pala (konieczna jest kontrola ich stanu i wymiana w razie potrzeby).

*Najdłuższy pal dotychczas  
wbity w Polsce miał 45 m  
długości, a na świecie  
– ponad 100 m*

## ŁĄCZENIE PALI

Typowe pale mają długość 4–15 m (a najczęściej spotykane przekroje pali to: 250 x 250 mm, 300 x 300 mm, 350 x 350 mm, 400 x 400 mm). W trakcie konieczności wbicia pali dłuższych niż 14–15 m, łączy się je na placu budowy. Jak wygląda ten proces? Po wbiciu pala na odpowiednią głębokość nasadza się na niego kolejny element. Osadzanie prefabrykatów ułatwiają bolce i otwory naprzemianległe, zamontowane w elemencie złącza w czasie produkcji w górnym i dolnym prefabrykacie. Następnie stalowymi, toczonymi bolcami poprzecznymi stabilizuje się i domyka złącze. Kolejny krok to ponowne wbijanie pala. Nie ma ograniczenia co do długości

wbijanych pali. Przeszkodą mogą być jedynie warunki gruntowe. Najdłuższy pal dotychczas wbity w Polsce miał 45 m długości, a na świecie – ponad 100 m.

Po zakończeniu wbijania i rozkucia głowic fundament palowy należy zinwentaryzować geodezyjnie. Za prawidłowo wbite uznaje się pale, których dokładność wbicia jest większa niż +/-10 cm. W przypadku odnotowania większych odchyłek poszczególnych pali od położenia projektowego należy ponownie przeprowadzić analizę statyczno-wytrzymałościową i geotechniczną fundamentu, a na podstawie wyników zdecydować o ewentualnej konieczności korekty rozwiązania fundamentu palowego.

Wszystko o palach prefabrykowanych – baza wiedzy, case study, grafiki, prezentacje – wejdź na [www.pale-prefabrykowane.pl](http://www.pale-prefabrykowane.pl).

## GŁÓWNE ETAPY ROBÓT PALOWYCH

- transport pala na plac budowy
- poziome magazynowanie pala na plac budowy
- podnoszenie pala do kafara
- wbijanie pala na wymaganą rzędność
- rozkucie głowicy pala i odstąpienie prętów zbrojeniowych
- inwentaryzacja pali