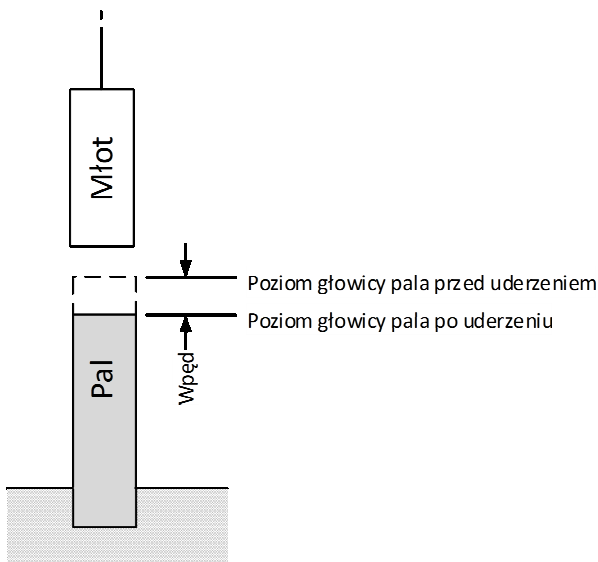


# Wpęd pala

FAQ, czyli wszystko co inżynierowi wypada wiedzieć, a nie ma kogo zapytać ...

## Co to jest wpęd pala?

Wpęd pala to trwałe przemieszczenie pala w gruncie spowodowane uderzeniem młota.



## Jak mierzyć wpęd pala?

Wpęd to różnica poziomów wierzchu pala przed i po uderzeniu młota. W związku z praktyczną trudnością pomiaru wpędu po jednym uderzeniu najczęściej wpęd wylicza się na podstawie:

- przemieszczenia głowicy pala po serii uderzeń (np. w trakcie próbnego obciążenia dynamicznego są to zwykle trzy uderzenia) zmierzonego metodą niwelacji technicznej lub precyzyjnej;
- liczby uderzeń niezbędnej do pogrążenie pala na określonej głębokość (najczęściej 0.2m lub 0.3m) w trakcie palowania zasadniczego. Podziałka 0.2m lub 0.3m nanoszona jest na maszt kafara lub ramę młota, a pomocnik operatora liczy uderzenia powodujące pogrążenie pala na kolejnym oznaczonym odcinku. W przypadku automatycznego pomiaru wpędu mierzona jest pozycja młota przy każdym uderzeniu i zliczana jest liczba uderzeń na przyjęty odcinek pogrążenia.

Wyliczanie wpędu w sposób jw. eliminuje wpływ lokalnych zakłóceń związanych z niejednorodnością podłoża gruntowego, uśrednia wartość wpędu w warstwie gruntu penetrowanej przez pogrążany pal i pozwala, szczególnie w trakcie palowania zasadniczego, na prowadzenie pomiarów bardzo prostymi metodami z technicznie wystarczającą dokładnością.

## Czy pomiar wpędów wykonuje się na wszystkich wbijanych palach?

Dobłą praktyką jest określenie wpędu wszystkich pali na końcowym odcinku (zwykle 1÷2m) pogrążania. Wyjątek stanowią pale przewidziane do próbnych obciążeń, dla których wpędy odnotowuje się na całej długości pogrążania. Wpędy pomierzone na całym odcinku pogrążania pali testowych wykorzystuje się zwykle do oceny zgodności rzeczywistych warunków gruntowych z określonymi w dokumentacji geotechnicznej z wykorzystaniem analogii pala wbijanego do sondy dynamicznej.

## Jak można wykorzystać wpęd pala?

Pomierzony wpęd pala można wykorzystać do:

- określenia kryterium wpędu;
- dokumentowania przebiegu wbijania pojedynczego pala i przebiegu robót palowych – wpędy to jedna z podstawowych informacji zawartych w metryce pala;
- oceny zgodności rozpoznania geotechnicznego z rzeczywistymi warunkami występującymi w obrębie fundamentu palowego (analogia: pal = sonda dynamiczna);
- oceny jednorodności warunków gruntowych w obszarze fundamentu palowego;
- oceny jakości pogrążonego pala, np. w zakresie możliwości powstania istotnych uszkodzeń w trakcie wbijania, np. złamania pala;
- oceny nośności pojedynczych pali na podstawie wzorów dynamicznych (możliwość zwykle ograniczona do pali pogrążonych w grunty sypkie),
- porównania nośności poszczególnych pali w obrębie fundamentu palowego,
- szacowania przyrostu nośności w czasie na podstawie wpędów z kolejnych prób dobicia pala lub/i
- typowania pali o największych wpędach do wykonania próbnych obciążeń kontrolnych.

# Wpęd pala, cd.

## Co to jest kryterium wpędu?

Kryterium wpędu jest to liczbowa wartość wpędu wykorzystywana w robotach palowych jako kryterium akceptacji lub/i przerwania procesu wbijania pala.

Kryterium wpędu najlepiej określać w postaci przedziału wartości wpędu **maksymalnego i minimalnego dopuszczalnego**.

**Wpęd maksymalny dopuszczalny** to wartość wpędu świadcząca o spełnieniu przez pogrążony pal wymagań projektu w zakresie nośności/sztywności. Po osiągnięciu wymaganej wartości wpędu w kolejnej serii uderzeń, przy braku innych kryteriów, można przerwać dalsze wbijanie pala. Wartość maksymalna dopuszczalna wpędu zwykle określana jest na podstawie analizy metryk wbitych pali i wyników szacowania nośności z wykorzystaniem wzorów dynamicznych lub/i wyników próbnych obciążeń dynamicznych lub/i statycznych.

**Wpęd minimalny dopuszczalny** - dla pali żelbetowych jest to zwykle 4 mm - wykorzystywany jest jako kryterium przerwania robót palowych w celu ochrony pala lub/i młota przed uszkodzeniem. Wartość minimalna kryterium wpędu określana jest na podstawie analizy procesu wbijania lub na podstawie wcześniejszych doświadczeń. Jeśli wpędy w kolejnej serii uderzeń osiągają wartość mniejszą od minimalnej należy przerwać wbijanie lub zmienić parametry procesu (np. zwiększyć podrzut lub/i ciężar młota). W przypadku kontynuowania palowania przy malejących wartościach wpędów gwałtownie rośnie ryzyko uszkodzenia głowicy pala lub młota, a proces wbijania jest nieefektywny.

Jeśli wbity pal spełnia kryterium wpędu to stanowi to (przy braku innych kryteriów) podstawę uznania pala z wykonany prawidłowo i spełniający wymagania projektu.

## Czy na podstawie wpędu można wiarygodnie określić nośność pala?

Tak. Szacowanie nośności pala pojedynczego na podstawie wpędu z wykorzystaniem wzoru dynamicznego jest najstarszą i współcześnie wykorzystywaną (wg PN-EN 1997-1 oraz PN-83/B- 02482) metodą normową. Wykorzystanie wpędu do określania nośności pala ograniczone jest zwykle do pali pogrążonych w grunty sypkie ze względu na osiąganą w takich warunkach gruntowych wysoką dokładność metody. Na przykład w Danii wpędy stanowią podstawową, uznawaną za bardzo wiarygodną, normową metodę szacowania nośności pali wbijanych w grunty piaszczyste.

Do szacowania nośności pali na podstawie wpędów należy wybrać właściwy wzór dynamiczny skorelowany z wynikami próbnych obciążeń statycznych podobnych pali

wbitych w podobnych warunkach gruntowych. W Polsce w przypadku pali prefabrykowanych najlepiej sprawdza się wzór dynamiczny z normy PN-83/B- 02482, czyli tzw. formuła duńska.

Szacowanie nośności na podstawie wpędów w gruntach spoistych jest możliwe, jednak inne metody są zdecydowanie dokładniejsze.

## Jakie nieporozumienia towarzyszą wykorzystaniu pojęcia wpędu?

Najczęściej wpęd mylony jest z liczbą uderzeń na podstawie której jest wyliczany, z czego wynika opaczna interpretacja pojęć „małe wpędy” i „duże wpędy”.

„Małe wpędy” / duża liczba uderzeń na odcinek pogrążenia świadczą o większej nośności/sztywności, a „duże wpędy” / mała liczba uderzeń o mniejszej nośności/sztywności pogrążonego pala.

W przypadku wbijania grupy pali spełnienie kryterium wpędu maksymalnego na pojedynczym palu nie zwalnia Wykonawcy z obowiązku pogrążania wszystkich pali w fundamencie na zbliżoną głębokość. Dopiero przekroczenie kryterium wpędu minimalnego w kolejnych seriach uderzeń pozwala przerwać wbijanie pojedynczego pala bez względu na głębokość pogrążania ze względu na gwałtownie rosnące ryzyko uszkodzenia pala. Jeśli powoduje to znaczne zróżnicowanie głębokości pogrążania pali w ramach grupy palowej należy przeanalizować konieczność wykorzystania wspomaganie pogrążania (np. wstępnego przewiercania), możliwość zmiany rozwiązania fundamentu palowego lub zestawu sprzętowego wykorzystywanego do wbijania pali.

**AARSLEFF**  **GROUND ENGINEERING**

Aarsleff sp. z o.o., al. Wyścigowa 6, 02-681 Warszawa,  
Tel. (+48) 22 648 88 34-35, Fax: (+48) 22 648 88 36  
e-mail: [aarsleff@aarsleff.com.pl](mailto:aarsleff@aarsleff.com.pl), Internet: [www.aarsleff.com.pl](http://www.aarsleff.com.pl)