

## Dobór łączników do betonu

### Dobór właściwego gwoźdźca do betonu

#### Jakie czynniki decydują o parametrach gwoźdźca?

Systemy montażu bezpośredniego Hilti zostały zaprojektowane w taki sposób, by uzyskać maksymalne parametry wydajności w szerokim zakresie zastosowań. Jednakże dostępna jest szeroka gama różnorodnych typów gwoździ oraz elementów dodatkowych przeznaczonych do różnych zastosowań wykonywanych metodą montażu bezpośredniego w podłożu betonowym. Wybór odpowiedniego gwoźdźca dla danego zastosowania wiąże się z koniecznością wzięcia pod uwagę kilku istotnych parametrów:

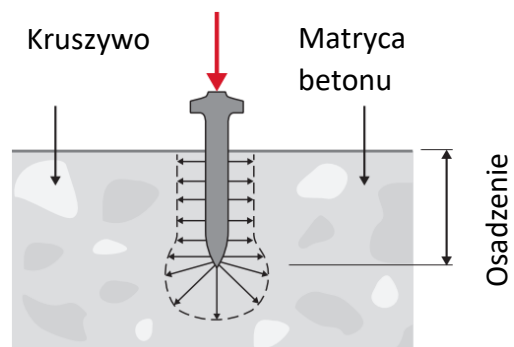
- a) właściwości betonu
- b) konstrukcja i charakterystyka gwoźdźca
- c) zastosowany system mocowania
- d) głębokość osadzania gwoźdźca oraz
- e) urządzenie do mocowania i poziom energii osadzania

#### a) Właściwości betonu

Gwoździez przechodzący przez beton musi wykonać otwór dla trzpienia, krusząc i zagęszczając beton i równocześnie musi być odporny na uderzenia w twarde kruszywo. Powstająca w efekcie wartość siły utrzymującej gwoździez jest związana z jego średnicą oraz głębokością osadzania.

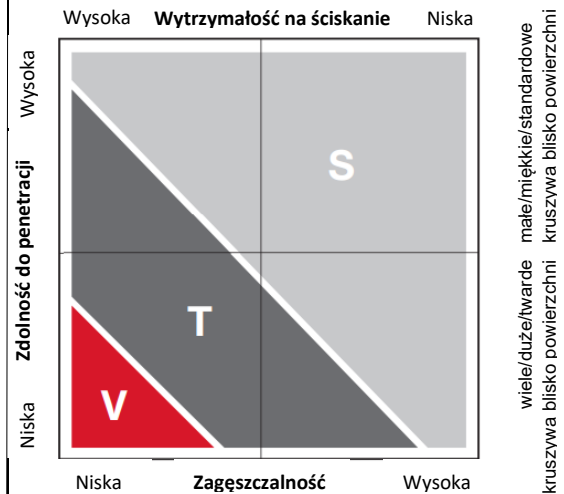
Wysoka zdolność do penetracji i zagęszczania betonu pozwala osiągać wysokie wskaźniki prawidłowych zamocowań oraz wysokie wartości sił utrzymujących.

Uwaga: wytrzymałość betonu na ściskanie sama w sobie nie jest cechą decydującą o parametrach gwoźdźca.



Wyróżnia się trzy typy betonu:

<p>S</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niska wytrzymałość na ściskanie, np. <math>f_{c, cube} = 20 - 45</math> MPa.</li> <li>Kruszywo o granulacji od małej do średniej, np. miękki kamień wapienny.</li> <li>Przykład: Beton lekki.</li> </ul>
<p>T</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Średnia do wysokiej wytrzymałość na ściskanie, np. <math>f_{c, cube} = 45 - 60</math> MPa.</li> <li>Kruszywo o średniej granulacji, np. wapno, kamień, żwir.</li> <li>Przykład: Beton o standardowym ciężarze.</li> </ul>
<p>V</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wysoka wytrzymałość na ściskanie, np. <math>f_{c, cube} \geq 60</math> MPa.</li> <li>Wysoki udział dużego i głównie twardego kruszywa, np. kwarc, granit.</li> <li>Przykład: Beton o wysokich parametrach, bardzo stary beton.</li> </ul>



Uwaga:  $f_{c, cube}$  = Wytrzymałość betonu na ściskanie dla próbki kostkowej (długość boku próbki 150 mm)

### b) Konstrukcja gwoźdźcia oraz jego cechy

Na zdolność do penetracji oraz zagęszczalność tzn. zdolność gwoźdźcia do przenikania i zagęszczania betonu mają znaczący wpływ trzy cechy konstrukcyjne gwoźdźcia:

#### Kształt końcówki gwoźdźcia

Kształt oraz zmniejszenie średnicy gwoźdźcia w strefie jego końcówki pozwalają na znaczącą poprawę jego zdolności do penetracji w betonie.

Lepsza możliwość penetracji betonu



#### Geometria gwoźdźcia

Długość i średnica również mają wpływ na to, jak łatwo gwóźdź penetruje beton.

#### Twardość gwoźdźcia

Twardszy gwóźdź łatwiej wbija się w twardszy beton. Jednakże, jeśli gwóźdź jest zbyt twardy, może dojść do jego złamania, zamiast wygięcia się w momencie uderzenia w twarde elementy kruszywa w betonie.

### c) Systemy mocujące

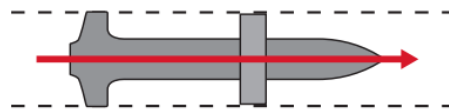
System bezpośredniego montażu Hilti pomaga w zagwarantowaniu prawidłowego osadzenia gwoździ poprzez uzyskanie ich maksymalnej prostopadłości, dobre prowadzenie oraz precyzyjne zastosowanie odpowiedniej energii osadzania.

#### Prostopadłość

Urządzenia systemu montażu bezpośredniego Hilti pomagają utrzymać gwoździe prostopadle do powierzchni podłoża, tym samym eliminując awarie spowodowane próbami osadzenia gwoźdź pod kątem. W trakcie procesu mocowania urządzenia systemu montażu bezpośredniego Hilti (osadzaki) muszą być utrzymywane w pozycji jak najbardziej/możliwie prostopadłej do mocowanego materiału. W celu uzyskania szczegółowych informacji należy zapoznać się z Instrukcją dla Użytkownika oraz instrukcjami użytkowania urządzeń.

#### Prowadzenie gwoźdź

Dzięki doskonałemu prowadzeniu gwoźdź w osadzaku oraz zastosowaniu trwałych podkładek gwoźdź opuszcza urządzenie pod zamierzonym kątem.



### d) Głębokość osadzania gwoźdź

Kolejnym czynnikiem, który wpływa na jakość zamocowania wykonanego przy pomocy gwoźdź jest głębokość jego zakotwienia. Gwoźdź, który można wprowadzić głębiej ma możliwość przeniesienia większych obciążeń. Jednakże w przypadku, gdy istnieje potrzeba głębszego osadzenia gwoźdź, pojawiają się dwójakiego rodzaju skutki uboczne:

- wskaźnik prawidłowych osadzeń może zmaleć,
- wymagana jest większa energia do osadzania, ponieważ gwoźdź musi głębiej wbić się w beton.

### e) Urządzenie do wykonania zamocowania (osadzak) oraz energia

Energia osadzania gwoźdź uwalniana w osadzaku Hilti jest precyzyjnie kontrolowana dla zapewnienia niezawodnego osiągnięcia wymaganej głębokości osadzania.

#### Narzędzia (osadzaki) do osadzania przy użyciu ładunku chemicznego

Na głębokość osadzania gwoźdź można wpływać poprzez dobór odpowiedniego koloru naboju (ładunku) oraz właściwe ustawienie na osadzaku energii osadzania w betonie.

Dlatego kluczowe jest zrozumienie, jak różni się energia wytworzona przy zastosowaniu różnych osadzaków w połączeniu z różnymi ładunkami. Ważne jest zastosowanie tej wiedzy dla wyboru odpowiedniego osadzaka oraz odpowiedniego ładunku dla uzyskania wymaganej głębokości osadzania i osiągnięcia optymalnych parametrów nośności gwoźdź.

#### Osadzaki gazowe

Na głębokość osadzania można wpływać poprzez regulację przełącznikiem na przodzie osadzaka między położeniami „+” i „-”.

#### Osadzaki akumulatorowe

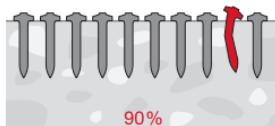
Głębokość osadzania może być regulowana poprzez wybór gwoźdź o różnej długości.

## Dobór gwoźdźcia do zastosowania w betonie

Do trzech głównych czynników, które decydują o doborze gwoźdźcia do betonu należą:

- wskaźnik prawidłowych zamocowań (tzn. procent gwoździ, które po wykonaniu zamocowań utrzymują się stabilnie w podłożu),
- wartości sił utrzymujących oraz
- koszt gwoźdźcia.

### Wskaźnik prawidłowych zamocowań



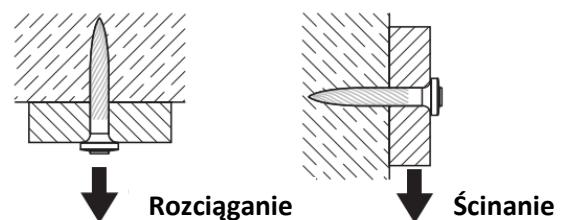
Wskaźnik prawidłowych zamocowań wskazuje, ile procent gwoździ zostało osadzonych prawidłowo dla przeniesienia obciążenia.

Zasadniczo, wskaźnik prawidłowych zamocowań może zostać zwiększony poprzez kombinację następujących kroków:

- zastosowania krótszych gwoździ (pod warunkiem, że wymagane obciążenie może być osiągnięte przy płytszym osadzeniu),
- wyboru gwoździ z wyższej klasy (klasy gwoździ zostały opisane w dalszej części niniejszego rozdziału),
- zastosowanie większej energii, które może być osiągnięte przez połączenie odpowiednich urządzeń, ładunków oraz ustawień energii osadzania,
- zastosowanie innej technologii oraz gwoździ z wyższej klasy tzn. przejście z osadzaków gazowych oraz akumulatorowych i odpowiednich gwoździ na gwoździe osadzane przy pomocy osadzaków z ładunkiem chemicznym.

### Wartości utrzymujące (nośność)

Wartości utrzymujące stanowią informację o możliwościach przenoszenia obciążeń przez dany gwoździe, które zapewniają jednocześnie niezawodność ich użycia w zastosowaniach praktycznych, przy uwzględnieniu średnicy gwoźdźcia oraz głębokości osadzania. Gwoździe są poddawane oddziaływaniu sił statycznych lub quasi-statycznych rozciągających, ścinających lub kombinacji sił rozciągających i ścinających.



### Koszt gwoździ

Szeroka oferta gwoździ Hilti pozwala na dobór najbardziej opłacalnego rozwiązania pod względem kosztów dla rozmaitych zastosowań, dając możliwość wyboru najbardziej odpowiedniego produktu w oparciu o wymagania danej aplikacji.

## Typy klas gwoździ

Dla różnych zastosowań i warunków zaprojektowane zostały różne odmiany gwoździ.

Gwoździe do średnich obciążeń Klasy I oraz II są stosowane do wymagających pod względem obciążeń, wysokowydajnych zamocowań w twardym i bardzo twardym betonie, natomiast gwoździe do średnich obciążeń Klasy III są przeznaczone do uniwersalnych zastosowań w miękkim oraz twardym betonie. Gwoździe do średnich obciążeń Klasy I, II i III są najczęściej mocowane przy użyciu urządzeń wykorzystujących do osadzania ładunki chemiczne (typu PAT).

Gwoździe do lekkich zastosowań Klasy IV i V, najczęściej mocowane przy użyciu osadzaków gazowych lub akumulatorowych, są zwykle używane do zastosowań, przy których występują niższe wymagania odnośnie obciążalności, dlatego wymagających mniejszych głębokości osadzania. Ogólnie rzecz biorąc, gwoździe Klasy V stanowią najbardziej ekonomiczne rozwiązanie, ponieważ są najmniej kosztowne.

Koszty są bezpośrednio związane z:

- zastosowanymi technologiami wytwarzania oraz
- materiałami, z których są wykonywane gwoździe.

Każdy gwóźdź wyższej klasy sprawdza się lepiej w trudniejszych warunkach, niż gwóźdź klasy niższej, ale koszty wytwarzania, a zatem cena danego gwoździa wzrasta dla każdej kolejnej klasy.

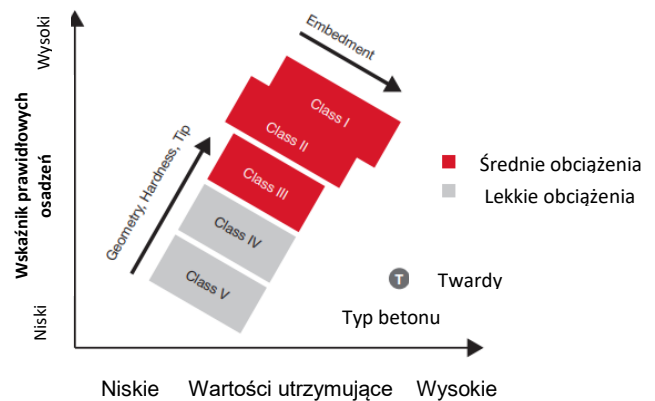
	Klasa gwoździa	Parametry gwoździa			Klasa betonu	Przykłady gwoździ	Zastosowania
		Ø [mm]	Twardość [HRC]	Końcówka			
Do średnich obciążeń	Klasa I	> 4,0	> 58	Długa stożkowa		X-AL-H <sup>1)</sup>	Wymagające pod względem obciążeń, wysokowydajne, specjalne zastosowania w twardym oraz bardzo twardym betonie.
	Klasa II	4,0	Do 60	Balistyczna lub lepsza		X-P X-U	Wymagające pod względem obciążeń, wysokowydajne, specjalne zastosowania w twardym betonie.
	Klasa III	od 3,5 do 3,7	Do 58	Najczęściej ścięta		X-C	Uniwersalne zastosowania w miękkim i twardym betonie.
Do lekkich zastosowań	Klasa IV	od 3,0 do 3,2	Do 58	Balistyczna lub lepsza		X-P G2/G3/B3	Zastosowania w miękkim oraz twardym betonie przy mniejszej głębokości osadzania, np. do zamocowań profili g-k do płyt od spodu.
	Klasa V	od 2,6 do 3,0	Do 57	Najczęściej ścięta		X-C G2/G3/B3	Zastosowania w miękkim betonie przy mniejszej głębokości osadzania, np. do zamocowań profili g-k.

<sup>1)</sup> Gwóźdź X-AL-H jest zamontowany w łącznikach stropowych X-CX.

## Klasa gwoździ a typ betonu

### Wskaźnik prawidłowych zamocowań a wartości utrzymujące dla klas gwoździ

Klasy gwoździ są wyraźnie zróżnicowane w przypadku podłoża w postaci twardego lub bardzo twardego betonu. Gwoździe typu premium wykazują się lepszymi charakterystykami wydajności, niż ich tańsze odpowiedniki. Głębokość osadzenia, geometria gwoździa, twardość oraz kształt końcówki gwoździa różnią się w poszczególnych klasach.



### Wskaźnik prawidłowych zamocowań dla klas gwoździ w różnych typach betonu

Charakterystyka wydajności różni się w zależności od twardości podłoża betonowego oraz od rozmieszczenia zawartego w nim kruszywa. Gwoździe wszystkich klas wykazują podobną wydajność w miękkim betonie, lecz gdy przechodzimy do zastosowań w twardszym betonie, wskaźnik prawidłowych zamocowań jest zróżnicowany.

